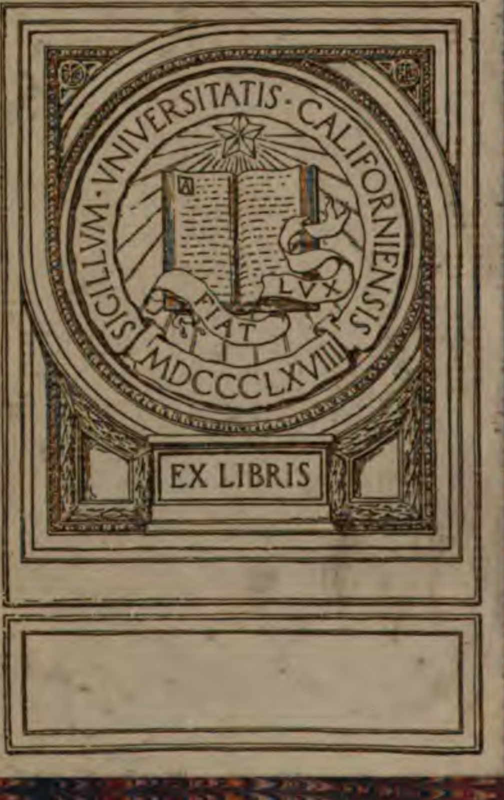



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



Allgemeine



Bibliothek

der gesammten

Populären Wissenschaften.

Die wichtigsten Wissenszweige:

Naturkunde, Physik, Chemie, Mechanik, Geologie, Mathemathik, Pflanzenkunde, Landwirthschaft, Anatomie, Geographie, Gesundheits- lehre **rc.,**

mit Bezug auf

Künste, Gewerbe und tägliches Leben systematisch behandelnd.

Für Jung und Alt, für Leser aller Stände.

Zweiter Band.

New York:

Verlag von Chr. Schmidt.

1869.

Bibliothek

der

Populären Wissenschaften.

II. Band:

Aus dem Reiche der

Naturwissenschaft,

Von A. Bernstein.

Erstes Bändchen:

Ein wenig Chemie.

Vorwort.

„„Gleichmäßige Würdigung aller Theile des Naturstudiums ist vorzüglich ein Bedürfniß der gegenwärtigen Zeit, wo der materielle Reichthum und der wachsende Wohlstand der Nationen in einer sorgfältigeren Benutzung von Naturproducten und Naturkräften gegründet sind. Der oberflächlichste Blick auf den Zustand des heutigen Europa's lehrt, daß bei ungleichem Wettkampfe oder dauernder Zögerung nothwendig partielle Verminderung und endlich Vernichtung des National-Reichthums eintreten müsse; denn in dem Lebensgeschick der Staaten ist es, wie in der Natur, für die, nach dem sinnvollen Ausspruche Goethe's, „es im Bewegen und Werden kein Bleiben giebt, und die ihren Fluch gehängt hat an das Stillestehen."

Nur ernste Belebung chemischer, mathematischer und naturhistorischer Studien wird einem von dieser Seite einbrechenden Uebel entgegnen. Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgesetze, nach Maaß- und Zahl-Verhältnissen, kennt. — Auch hier liegt die Macht

in der volksthümlichen Intelligenz. Sie steigt und sinkt mit dieser. Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit; sie sind Theile des National=Reichthums, oft ein Ersatz für die Güter, welche die Natur in allzu kärglichem Maaße ausgetheilt hat. —

Diejenigen Völker, welche an der allgemeinen industriellen Thätigkeit, in Anwendung der Mechanik und technischen Chemie, in sorgfältiger Auswahl und Bearbeitung natürlicher Stoffe zurückstehen, bei denen die Achtung einer solchen Thätigkeit nicht alle Classen durchdringt, werden unausbleiblich von ihrem Wohlstande herabsinken. Sie werden es um so mehr, wenn benachbarte Staaten, in denen Wissenschaft und industrielle Künste in regem Wechselverkehr mit einander stehen, wie in erneuerter Jugendkraft vorwärts schreiten.

Die Vorliebe für Belebung des Gewerbfleißes und für die Theile des Naturwissens, welche unmittelbar darauf einwirken (ein charakteristisches Merkmal unseres Zeitalters), kann weder den Forschungen im Gebiete der Philosophie, der Alterthumskunde und der Geschichte nachtheilig werden, noch den allbelebenden Hauch der Phantasie den edlen Werken bildender Künste entziehen. Wo, unter dem Schutze weiser Gesetze und freier Institutionen, alle Blüthen der Cultur sich kräftig entfalten, da wird im friedlichen Wettkampfe kein Bestreben des Geistes dem andern verderblich. Jedes bietet dem Staate eigene, verschiedenartige Früchte dar: die nährenden, welche dem Menschen Wohlstand und Unterhalt gewähren, und die Früchte schaffender Einbildungskraft, die, dauerhafter als dieser Wohlstand selbst, die rühmliche Kunde der Völker bis auf die späteste Nachwelt tragen. Die Spartiaten beteten, trotz der Strenge dorischer Sinnesart:

„die Götter möchten ihnen das Schöne zu dem Guten verleihen."

Was von jenem Wissen in das industrielle Leben der Völker überströmt und den Gewerbfleiß erhöht, entspringt aus der glücklichen Verkettung menschlicher Dinge, nach der das Wahre, Erhabene und Schöne mit dem Nützlichen, wie absichtslos, in ewige Wechselwirkung treten. Vervollkommnung des Landbau's durch freie Hände und in Grundstücken von minderem Umfang, Aufblühen der Manufacturen, von einengendem Zunftzwange befreit, Vervielfältigung der Handelsverhältnisse, und ungehindertes Fortschreiten in der geistigen Cultur der Menschheit, wie in den bürgerlichen Einrichtungen, stehen (das ernste Bild der neuen Weltgeschichte dringt diesen Glauben auch dem Widerstrebendsten auf) in gegenseitigem dauernd wirksamen Verkehr mit einander.""

Humboldt.

Was Humboldt hier in so schönen und bedeutungsvollen Worten in Bezug auf Nationen und Staaten sagt, gilt auch von den „einzelnen Individuen" der Gesellschaft. In einer Zeit, wo es hauptsächlich eine wissenschaftliche technische Ausbildung in Künsten und Gewerben ist, durch die der „Einzelne" sich zu hervorragenden Stellungen im bürgerlichen und industriellen Leben emporschwingt, da sind es hauptsächlich die „Presse", sowie „Eltern" und „Lehrer", die nicht versäumen sollten, im „Volke", in der „heranwachsenden Jugend" die Liebe zur Wissenschaft zu wecken und zu pflegen. — Mögen deshalb die tiefen Worte Humboldt's die Beherzigung Aller, namentlich derer finden, denen die Heranbildung der Jugend in die Hände gelegt ist.

Im Vertrauen auf den Beistand von dieser Seite übergebe ich dem geehrten Leser hiermit den II. Band von

A. Bernstein; die günstige Aufnahme, welche dem I. Bande überall zu Theil wurde, geben mir die Hoffnung, daß die Betheiligung an der Subscription für denselben, besonders seitens der geehrten Abonnenten des I. Bandes eine solche sein wird, welche mich in Stand setzt, den II. Band in rascher Folge erscheinen zu lassen.

Allen Denen, welche mit so freundschaftlicher Theilnahme für mein Unternehmen mir auf meinen Reisen zur Verbreitung meines Werkchens behülflich waren, hiermit noch meinen herzlichsten Dank.

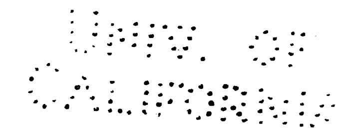
Achtungsvoll

der Herausgeber

Chr. Schmidt.

Boston, den 28. April 1866.

Inhaltsverzeichniß.



I. Wichtigkeit der Chemie für's Leben.

Ueber keinen Zweig der Wissenschaft herrschen im Volke so wunderbare und sonderbare Begriffe wie über die Chemie.

In gebildeten und ungebildeten Kreisen giebt es Unzählige, die sich vom Sauerstoff eine Vorstellung machen, als wäre das etwas so Saures, daß Einem die Zähne weh thun, wenn man es nur ansieht; als wäre Wasserstoff noch zehnmal nasser als Wasser und als wäre Stickstoff ein Ding, daß alle Menschen daran ersticken, wenn es nur in die Stube hineinguckt. Und doch sind die Namen Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff so geläufig geworden, daß man sie fortwährend gebrauchen hört und man meinen müßte, es könnte kein Mensch auf der Welt existiren, der diese Dinge nicht in- und auswendig genau kennt.

In Wahrheit sollte es keinen Menschen geben, der nicht mindestens Etwas von den einfachsten Elementen der Chemie weiß. Die Chemie ist in Wirklichkeit zu einer Grundquelle der Naturwissenschaft geworden. Wer sich in derselben nicht einigermaßen zurecht finden kann, der wird auf jedem Schritt der Naturwissenschaft unzähligen Dunkelheiten begegnen. Es ist in vollem Sinne des Wortes wahr, daß unser Athmen, unser Essen, das Wachsthum der Pflanze, das Leben des

Thieres, das Dasein der Gesteine und die Bildung des Wassers, mit einem Worte, daß alles in der Welt durchdrungen ist von einer Reihe fortwährender chemischer Vorgänge, und daß kein Lichtstrahl der wirklichen Erkenntniß der Welt möglich ist, wenn man im Reiche der Chemie im Finstern herumwandelt.

Wir wollen die Gründe nicht untersuchen, weshalb selbst so viele Gebildete noch ganz unwissend sind in diesem Zweig der Wissenschaft. Leider sind unsere höheren Bildungsanstalten noch jetzt meist Schulen, wo man nur todte Sprachen und Bücher lehrt, und das bereits herangereifte Geschlecht hat in den Schulen noch mehr von dieser todten Weisheit in sich aufzunehmen gehabt. — Wenn nun auch gegenwärtig der Drang in Vielen sehr lebendig ist, etwas von der ewig lebendigen Natur kennen zu lernen, so schrecken doch die Meisten davor zurück, im reiferen Alter sich noch einmal wie Kinder in den Naturwissenschaften vom Anfang an belehren zu lassen. Sie begnügen sich, wenn sie sich einen natürlichen Vorgang nicht erklären können, mit dem Gedanken: das ist wahrscheinlich chemisch, und trösten sich dabei, daß es gar sehr Gelehrte und Gebildete giebt, die mehr von der Sprache der Hottentotten als von dem Thun der Chemiker verstehen.

Weil dem aber so ist, so wollen wir den Versuch machen, in einer Reihe von Artikeln ein wenig Chemie den Lesern vorzuführen. Wir wollen abër von vornherein die Schwierigkeiten aufdecken, mit denen wir und auch der Leser hierbei wird zu kämpfen haben.

Die Chemie ist eigentlich die Wissenschaft von den Grundstoffen aller Dinge. Das heißt: die Chemie lehrt, aus welchen einfachen Dingen jedes Ding in der Welt zusammengesetzt ist. Sie lehrt die Dinge zerlegen in

ihre einfachsten Bestandtheile und auch wieder, so weit es geht, aus den einfachsten Bestandtheilen zusammensetzen. Könnten wir nun vor jeden unserer Leser hintreten mit irgend einem Ding in der Hand, und wäre es auch nur ein wenig gewöhnliches Kochsalz, und könnten ihm zeigen: Sieh her, dieses Salz, von dem wir täglich ganze Massen genießen, es besteht aus zwei ganz kuriosen Grundstoffen, von denen der eine eine giftige Luftart, und der andere ein Metall, ein wirkliches Metall ist, — könnten wir hierzu vor seinen Augen zeigen, daß es so ist, indem wir die Zerlegung auf chemischem Wege vornehmen, bis Grundstoffe entstehen, — so würde dieser einzige Versuch allein schon hinreichen, einen ganz bedeutenden Blick in das Wesen der Chemie darzubieten. Die Verständigung über alles Uebrige würde dadurch ungeheuer erleichtert.

Leider aber können wir nicht so vor den leibhaftigen Augen unserer Leser Versuche machen. Wir müssen das, was man mit einem Blick sehen kann, mit vielen, vielen Worten durch Beschreibung deutlich zu machen suchen — eine Arbeit, die gerade in diesem Fache sehr schwierig ist — und müssen dabei noch vom Leser hoffen, daß er sich gleichfalls einige Mühe gebe, und durch besondere Aufmerksamkeit dem Verständniß entgegenkommen möge.

Darum aber wollen wir nur um so muthiger daran gehen und unsern Lesern, wenn auch nicht gleich eine Handvoll Kochsalz, so doch wenigstens etwas Sauerstoff vorführen.

II. Sauerstoff mit Kohle und mit Schwefel.

Sehen wir uns einmal an, was denn eigentlich Sauerstoff ist.

Gesetzt, es brächte Jemand einem Unkundigen eine

Flasche voll Sauerstoff, so würde dieser sicherlich behaupten, es sei eine leere Flasche. Er würde die Flasche schütteln und finden, daß gar nichts darin ist, denn Sauerstoff ist wie Luft durchsichtig und farblos. Er würde den Stöpsel aufmachen und daran riechen; aber auch da nichts finden, denn Sauerstoff ist ein geruchloses Gas. Er würde die Zunge hineinstecken, um davon etwas zu schmecken; aber auch da nicht die Spur entdecken, denn Sauerstoff ist auch ein geschmackloses Gas. Das heißt, es schmeckt nicht etwa schlecht, sondern gar nicht.

Und doch wird der Unkundige Mund und Augen aufsperren, wenn er durch einige Versuche erst sehen wird, was denn mit diesem Sauerstoff eigentlich los ist. —

Wir wollen uns einmal ein paar Versuche derart ansehen.

Man nimmt ein Stückchen Holzkohle und steckt's auf einen Drath, zündet es an, daß es ein wenig glimmt und steckt es so in die Flasche mit Sauerstoff, und sofort wird man sehen, wie die Kohle mit wundervoll lebhafter Flamme darinnen zu brennen anfängt. Zieht man's schnell heraus, so glimmt's wieder nur, steckt man's wieder hinein, so flackert's wieder lebhaft auf, bis die Kohle ganz und gar verzehrt ist.

Also in der Flasche muß doch etwas anderes sein als gewöhnliche Luft!

Wie aber, wenn man viel Kohle zu diesem Versuche nimmt? Wird sie immerfort so schön brennen? Dies wird nicht der Fall sein. Es wird nur eine bestimmte Masse von Holzkohle in der Flasche verbrennen und dann ist es aus. Der Versuch kann nicht wiederholt werden, wenn man nicht neuen Sauerstoff in die Flasche hineinthut; denn es ist kein Sauerstoff mehr drinnen.

Wo aber, muß der Unkundige fragen, ist der Sauer-

stoff geblieben? Und wo ist eigentlich der Theil Kohle geblieben, der darin rein aufgebrannt ist? Und endlich, was ist denn jetzt in der Flasche d'rin?

Hierauf wird ihm der Kundige antworten: Der Sauerstoff ist nicht verschwunden und die Kohle ist nicht verschwunden, sondern beides ist noch immer in der Flasche, und zwar ist in der Flasche jetzt eine neue Luftart, die man **Kohlensäure** nennt, weil eben diese Luftart besteht aus **Kohlen**- und **Sauerstoff**, die sich chemisch verbunden haben.

Gewiß wird der Unkundige hierüber staunen und über das, was man chemische Verbindung nennt, eine Aufklärung haben wollen; denn das muß doch ein ganz eigenthümlich Ding sein, wenn es eine schwarze russige Kohle mit der klaren durchsichtigen Luftart, wie der Sauerstoff, so durcheinander arbeiten kann, daß aus beiden zusammen eine neue Luft wird, die gar nicht ein bischen russig ist. Aber ohne Zweifel wird der Kundige sagen: Halt ein, Freund, mit Fragen, das soll Dir Alles schon später klar werden, für jetzt wollen wir noch ein paar andere Versuche machen.

Und wir wollen's auch so machen:

Wir nehmen nun eine neue Flasche voll Sauerstoff, und stecken statt der Kohle ein paar Schwefelfäden an den Eisendraht, zünden diese an und stecken sie brennend in die Flasche. Sofort wird man sehen, daß der Schwefel in wundervoller, blauer Flamme verbrennt. — Wenn man damit fertig ist, so wird man bemerken, daß wieder der Sauerstoff fort ist, denn weder Kohle noch Schwefel wollen in der Flasche brennen. Auch vom Schwefel ist ein Theil weg; dafür aber ist in dieser Flasche eine neue Luftart, die sehr stechend riecht, und von der jeder am Geruch erkennen wird, daß dieß so etwas von Schwefelsäure

sein muß. Und wirklich ist die Luftart etwas derartiges, es ist schweflige Säure, die man, wie wir später erfahren werden, in wirkliche flüssige Schwefelsäure verwandeln kann. — Genug, wir haben hier wieder einen Fall, wo sich ein fester Körper Schwefel, mit einem luftförmigen, Sauerstoff, chemisch verbunden hat und dadurch ist eine neue Luftart entstanden, die nicht wie Schwefel riecht und nicht wie Sauerstoff geruchlos ist, sondern einen stechenden das Athmen erschwerenden Geruch hat. — Ja, wenn wir versichern, daß man aus Schwefel und aus Sauerstoff wirkliche Schwefelsäure macht und alle Schwefelsäure in der Welt nur aus diesen Dingen gemacht worden ist, so wird man gestehen müssen, daß es um die Chemie etwas ganz wunderbares ist, denn sie kann eine Luftart und einen festen Körper mit einander so verbinden, daß daraus eine Flüssigkeit entsteht.

Doch wir können uns jetzt auch bei der Erklärung dieses Vorganges noch nicht aufhalten, sondern wollen im nächsten Abschnitte noch einen dritten Versuch mit dem Sauerstoff anstellen.

III. Sauerstoff und Phosphor. — Sauerstoff und Eisen.

Der Versuch, den wir jetzt mit dem Sauerstoff anstellen, besteht darin, daß wir ihn einmal mit dem Phosphor in Verbindung bringen wollen.

Unsere gewöhnlichen Zündhölzchen, die man durch Reiben zum Brennen bringt, erhalten diese Eigenschaft eben durch den Phosphor, in welchen man ihre Spitze eingetaucht hat. Phosphor ist so leicht entzündlich, daß er durch die Wärme, welche beim Reiben entsteht, in Brand geräth. Der brennende Phosphor bringt nun den Schwe-

fel in Brand, mit welchem jedes Zündhölzchen überzogen ist, und der Schwefel zündet wiederum das Hölzchen selber an. Der Phosphor ist es, den man leuchten sieht, wenn man im Finstern mit der warmen Hand über die Zündhölzchen fährt. Man bemerkt sowohl über dem Zündhölzchen wie auf der Hand einen leuchtenden Nebel schimmern, der eben nichts ist als der sehr leicht brennende Phosphor. Allein an unsern Zündhölzchen ist der Phosphor nicht rein, und hat außerdem noch einen farbigen Lacküberzug, damit die Entzündung nicht gar zu leicht geschehe, was viel Unglück veranlassen würde. Ein reines Stückchen Phosphor ist weiß und weich wie Wachs; und ein solches Stückchen, ungefähr so groß wie eine Erbse, wollen wir zu unserm jetzigen Versuch verwenden.

Bringt man solch ein Stückchen Phosphor an einen Draht an und hält ihn in die Flasche, die mit Sauerstoff gefüllt ist, so braucht man den Phosphor nur mit einer erwärmten Stricknadel zu berühren, um ihn in Brand zu bringen, und der Phosphor brennt in dem Sauerstoff mit einem herrlichen leuchtenden Glanz, der das Auge fast blendet und den Eindruck des Sonnenlichtes auf dasselbe macht. Hierbei füllt sich die Flasche mit einem weißen Rauch an, der, wenn man die Flasche ruhig stehen läßt, sich zu Boden legt, und wenn man vorher etwas Wasser in die Flasche gethan hat, sich mit dem Wasser mischt und diesem einen sauern Geschmack giebt.

Auch bei diesem Versuch ist der Sauerstoff fort und der Phosphor fort; aber sie sind nicht verschwunden, sondern sie haben sich chemisch verbunden und haben einen neblichen Stoff gebildet, der, weil er eben aus Phosphor und Sauerstoff besteht, den Namen Phosphorsäure führt.

Man wird nun schon einsehen, weshalb das Gas, mit dem wir eben die Versuche anstellen, den Namen Sauer-

stoff hat, denn in der That ist es diese Luft, die in Verbindung mit Kohle, mit Schwefel und mit Phosphor und noch vielen andern Dingen Stoffe erzeugt, die einen sauern Geschmack haben, und wir werden später sehen, daß es der Sauerstoff wirklich ist, der auch andere Dinge sauer macht, wie z. B. das Bier, die Milch, wenn sie lange offen gestanden haben.

Wir werden sogleich den merkwürdigen Sauerstoff noch gründlicher kennen lernen, wollen aber für jetzt noch einen sehr interessanten Versuch mit ihm machen.

Man nehme einen feinen Eisendraht und drehe ihn so über ein Stück Tafelstein, daß der Draht wie ein Pfropfenzieher aussieht. Nun ziehe man den Tafelstein heraus und stecke unten an das Ende dieses künstlichen Pfropfenziehers ein Stückchen Feuerschwamm. Zündet man diesen Schwamm an und steckt ihn mit dem Draht hinein in eine Flasche, die mit Sauerstoff gefüllt ist, so fängt erst der Schwamm an lebhaft zu brennen; dann aber zündet er auch den Draht selbst an, und dieser fängt an zu glühen und Funken zu sprühen, als ob er ein leichtes Stückchen trocknes Holz wäre. Ja, der Draht verbrennt vollständig und fällt in kleinen Kügelchen auf den Boden der Flasche und diese Kügelchen sind so furchtbar heiß, daß selbst, wenn ein wenig Wasser unten in der Flasche ist, die Kügelchen im Wasser nicht erkalten, sondern sich in den Boden der Flasche einsenken und in dem Glase einschmelzen.

Aus diesem interessanten Versuch sieht man, daß nicht nur Kohle, Schwefel und Phosphor im Sauerstoff lebhafter brennen als in der gewöhnlichen Luft, sondern daß auch Eisen, welches in der gewöhnlichen Luft sofort zu glühen aufhört, so wie man es aus dem Feuer nimmt, im

Sauerstoff fortglüht und rein verbrennt, als wäre es ein Streifchen Holz.

Auch bei diesem Versuch ist der Sauerstoff aus der Flasche fort und ebenso ist das Eisen verbrannt; dafür aber hat man die Kügelchen, die herabgefallen sind; und woraus bestehen diese Kügelchen? Sie bestehen wirklich aus Eisen in chemischer Verbindung mit Sauerstoff. — Man kann es beweisen, daß dies so ist. Wenn man nämlich den Eisendraht vor dem Versuch ganz genau gewogen hat, und man auch weiß, daß man etwa 10 Gran Sauerstoff in der Flasche hatte, so wird man finden, daß der Sauerstoff ganz verzehrt ist und die Kügelchen und der etwaige Rest vom Draht jetzt netto 10 Gran mehr wiegt als vor dem Versuch.

Wir wollen nun vorläufig keine neuen Versuche vornehmen, sondern die Erklärung all' derselben unsern Lesern vorführen.

IV. Wie gewinnt man Sauerstoff?

Bevor wir weiter gehen in unsern Mittheilungen über den Sauerstoff, müssen wir erst eine Frage beantworten, die gewiß schon vielen unserer Leser mehrmals auf der Zunge geschwebt hat. Wir meinen die Frage: Wo bekommt man denn eine Flasche voll Sauerstoff her?

Den Sauerstoff findet man überall; aber nirgend in der Natur rein, das heißt unvermischt und unverbunden mit andern Stoffen. Reines Sauerstoffgas muß man sich erst künstlich darstellen, wenn man es haben will.

Die Luft, die die ganze Erde umgiebt, die Luft, die in unsern Stuben, auf den Straßen, in Wald und Feld und Garten ist, besteht aus Sauerstoff; aber dieser Sauerstoff ist mit einer zweiten Luftart gemischt, die man Stick-

stoff nennt. Sauerstoff und Stickstoff beisammen athmen wir fortwährend ein, und zwar besteht die Luft aus vier Theilen Stickstoff und einem Theil Sauerstoff, die untereinander gemengt sind und die merkwürdigerweise sich allenthalben in solchem Verhältniß mengen. Alexander von Humboldt hat schon vor sechszig Jahren Proben angestellt und die Luft in den überfülltesten Theatern in Paris, auf den höchsten Spitzen der Berge der Erde, und in den höchsten Regionen der Luft, welche er mit Luftballons erreichen konnte, untersucht, und hat das merkwürdige Resultat gefunden, daß allenthalben die Luft genau aus derselben Mischung besteht. Die verdorbene Luft in Theatern und überfüllten Räumen rührt nur daher, daß sich noch andere Stoffe der Luft beimischen. Das Verhältniß des Stickstoffs zum Sauerstoff bleibt aber merkwürdigerweise allenthalben dasselbe. Eine Thatsache, die bisher noch nicht vollständig erklärlich ist.

Genug, es fehlt nicht an Sauerstoff; aber ihn rein zu erhalten, das ist ein Kunststück, das nur der Chemiker kann.

Das Kunststück wäre sehr leicht, wenn man nur wüßte, wie man den Stickstoff fortbringt. Jede leere Flasche ist bekanntlich nicht leer, sondern es ist Luft darin, das heißt: in der Flasche stecken vier Theile Stickstoff und ein Theil Sauerstoff. Erfände nun ein Mensch ein Ding, das die Eigenschaft hätte, nur Stickstoff in sich einzusaugen und keinen Sauerstoff, so brauchte man nur dies Ding in die Flasche zu werfen, diese zuzustopfen, und nach einer Weile, wenn aller Stickstoff aufgesogen ist, wäre in der Flasche wirklich reiner Sauerstoff vorhanden. Aber das Ding ist noch nicht erfunden und wird vielleicht nie erfunden werden, obgleich diese Erfindung die größte der Welt wäre. Es ist nämlich eigenthümlich, daß Alles,

was wir in der Welt kennen, weit eher den Sauerstoff an sich zieht, als den Stickstoff.

Wir haben es gesehen, daß sich Kohle mit Sauerstoff verbindet und Kohlensäure bildet, desgleichen wie es Schwefel, Phosphor und Eisen thut. Es thun dies aber alle Dinge in der Welt, die wir kennen. Unter gewissen Umständen verbinden sich alle Stoffe leicht mit Sauerstoff; aber bei weitem schwerer mit dem Stickstoff. Daher kommt es denn, daß man sehr leicht reinen Stickstoff darstellen kann, aber nicht so leicht reinen Sauerstoff.

Will man nun aber reinen Sauerstoff haben, so muß man dies künstlich anstellen.

Wir wollen nun einen solchen Versuch anführen.

Es giebt ein rothes Pulver, das den Namen hat: Quecksilber-Oxyd, und dies besteht aus Quecksilber und Sauerstoff, die chemisch verbunden sind. Quecksilber hat gewiß schon jeder unserer Leser gesehen; dieses flüssige schwere Metall kann man in Salpetersäure auflösen und durch weitere chemische Behandlung dahin bringen, daß es zu einem rothen Pulver wird, das, beiläufig gesagt, sehr giftig ist, dem aber kein Mensch ansehen wird, daß dies Quecksilber gewesen. Dieses Quecksilber hat nun ebenso Sauerstoff in sich verbuuden, wie es bei den Kügelchen der Fall war, die während des Verbrennens des Eisendrahtes entstanden sind. — Und dieser Sauerstoff eben kann durch Hitze wieder ausgetrieben und durch geeignete Vorrichtungen aufgefangen werden.

Wie man das macht, das kann man durch bloße Beschreibung nicht gut deutlich zeigen, genug, wenn unsere Leser sich das eine merken, daß man des Sauerstoffs nicht rein habhaft werden kann, wenn man ihn nicht aus einer chemischen Verbindnng treibt, in welcher er mit einem andern Stoff sich befindet. —

Nun aber ist es hohe Zeit, sich klar zu machen: was ist denn das: eine chemische Verbindung? — Warum ist der Stickstoff so eigensinnig, sich nicht zu verbinden und warum der Sauerstoff so gutwillig, allenthalben eine Verbindung einzugehen?

Wir haben gesehen, daß sich Kohle verbindet mit Sauerstoff, Schwefel verbindet mit Sauerstoff, daß Phosphor, Eisen, Quecksilber sich mit Sauerstoff verbinden und können noch versichern, daß auch Silber, Kupfer, Blei, Zink und noch viel, viel andere Dinge die Verbindung mit Sauerstoff eingehen. Wie ist es denn nun, wenn sich mehrere Dinge dem Sauerstoff darbieten, mit denen er sich verbinden kann, — kann man da auch sagen, welche Verbindung er vorziehen wird?

Das sind Fragen, die uns, verehrter Leser, schon ein ganzes Stück tief in die Chemie hineinführen; und darum eben wollen wir daran gehen, diese Fragen zu ordnen und möglichst klar zu beantworten.

V. Was ist eine sogenannte chemische Verbindung?

Wir wollen es vorerst einmal klar zu machen suchen, was denn eigentlich eine chemische Verbindung ist; wir werden dadurch in den Stand gesetzt werden, die äußerst wichtige Verbindung des Sauerstoffs mit andern Stoffen unsern Lesern deutlicher zu machen. Vorerst aber müssen wir eine Hauptaufgabe der Chemie etwas näher kennen lernen.

Fast alle Dinge, die man im gewöhnlichen Leben oder in der Natur zu Gesichte bekommt, sind nicht einfache Stoffe, sondern sie sind zusammengesetzt aus verschiedenen Stoffen. Nur einzelne Metalle, wie Gold, Silber, Kupfer,

Eisen, Blei, Zink u. s. w. sind einfache Stoffe, und kommen im gewöhnlichen Leben vor.

Die Chemie hat sich aber die Aufgabe gestellt, herauszubringen, aus wie viel einzelnen Stoffen eigentlich die Welt besteht, und hat zu diesem Zweck alles, was nur zu haben ist, der Untersuchung unterworfen. Bei dieser Untersuchung fand sich denn, daß all die vielen Millionen Dinge, die auf Erden vorhanden sind, nur bestehen aus einigen sechszig einfachen Stoffen, die in verschiedener Weise mit einander verbunden, die verschiedensten Dinge in der Welt bilden. Man kann gewissermaßen sagen: der Schöpfer aller Dinge hat nur gebraucht einige sechszig Dinge zu erschaffen, denn aus diesen sechszig Dingen und ihren verschiedenen Verbindungen untereinander kann man die ganze Welt zusammenstellen.

Wir haben schon das Beispiel mit dem Kochsalz angeführt. Wer in aller Welt würde glauben, daß Kochsalz aus zwei Dingen gemacht ist, von denen das eine ein Metall und das andere eine giftige Luftart ist; und doch ist es so. Das Metall heißt Natrium und die Luftart heißt Chlor. Diese beiden sind die Grundstoffe, die, wenn sie sich chemisch verbinden, reines Kochsalz werden. Also Salz ist kein Grundstoff und brauchte auch nicht geschaffen zu werden. Aber man glaube ja nicht, daß aus dem Natrium etwa nichts weiter gemacht werden kann als Kochsalz, oder daß das Chlor nur dazu gebraucht wird. Das Natrium verbindet sich mit vielen andern Stoffen zu ganz andern Dingen und das Chlor nicht minder. Und so geht es mit allen andern Grundstoffen; sobald sie sich chemisch mit einem andern Stoff verbinden, wird aus ihnen ein ganz ander Ding, das weder in Ansehen, noch im Geschmack, noch im Geruch den Grundstoffen oder einer andern Verbindung derselben ähnlich wird. —

Wie aber ist es eigentlich mit der chemischen Verbindung? Wie wird die bewerstelligt? und wodurch wird sie hervorgerufen? Kann man alle Dinge in der Welt chemisch miteinander verbinden?

Hierauf giebt die Chemie folgende Antwort:

Die sechszig Grundstoffe, die man auch Elemente nennt, haben die besondere Eigenschaft, daß unter gewissen Umständen die kleinsten Theilchen eines Stoffes eine Anziehung ausüben auf die kleinsten Theilchen eines andern Stoffes, und dadurch verbinden sich zwei Stoffe durch eine eigne Kraft der Anziehung und bilden in ihrer Vereinigung ein ganz neues Ding, das den Stoffen oft gar nicht mehr ähnlich ist.

In den gewöhnlichen Lehrbüchern ist diese Neigung eines Stoffes, sich mit einem andern Stoff zu verbinden, mit dem Namen „Verwandtschaft" bezeichnet; und man sagt zum Beispiel: „der Sauerstoff hat eine Verwandtschaft zur Kohle und verbindet sich mit ihr chemisch, um Kohlensäure zu bilden." Allein diese Bezeichnung „Verwandtschaft" führt sehr leicht irre, denn man glaubt, daß die Stoffe, die eine Verwandtschaft zu einander haben, auch unter einander in irgend welcher Weise sich gleich oder ähnlich sein müssen, wie das eben im gewöhnlichen Leben bei Verwandten der Fall ist. — Die Sache ist aber gerade umgekehrt: Je verschiedener und abweichender die Eigenschaften zweier Stoffe von einander sind, desto lebhafter findet ihre Verbindung statt.

Zwei Stoffe, die ihrer Natur, ihren Eigenschaften nach sich ähnlich sind, verbinden sich gar nicht mit einander oder nur äußerst schwierig. Z. B. Eisen und Silber sind zwei Grundstoffe, die ihrer Natur nach viel Aehnlichkeit mit einander haben; aber sie verbinden sich nicht chemisch mit einander. Dahingegen ist Sauerstoff ein Ding, das

nicht die geringste Aehnlichkeit mit Silber hat und eben so wenig mit Eisen, und doch verbindet sich unter geeigneten Umständen Silber mit Sauerstoff und bildet ein dunkles Pulver, dem es kein Mensch ansehen möchte, daß dies das blanke Silber und der lichte durchsichtige Sauerstoff ist; und ebenso verbindet sich Sauerstoff mit Eisen und bildet unsern gewöhnlichen Rost, der alles Eisen überzieht, wenn es der feuchten Luft ausgesetzt ist. —

Wir wollen uns also vorläufig mit dem einen Lehrsatz begnügen, daß unter den sechszig Grundstoffen eine Verbindungslust stattfindet, die aber immer größer wird, je unähnlicher sich die Stoffe ihrer Natur nach sind

VI. Die Verbrennung.

Nachdem wir gesehen, daß die chemischen Grundstoffe einen eigenthümlichen Trieb haben, sich mit einander zu verbinden, und auch zugleich erfahren haben, daß dieser Trieb der Verbindung immer stärker ist, je weniger die Stoffe sich ihrer Natur nach ähnlich sind, wollen wir nunmehr daran gehen, die Verbindungen des Sauerstoffs, die Umstände und die Erscheinungen, unter welchen sie stattfinden, etwas näher kennen zu lernen.

Man darf sich nicht vorstellen, daß zwei Stoffe immer sich sofort verbinden, wenn man sie zu einander bringt; es sind vielmehr Umstände dabei nöthig, durch welche die Verbindung bewerkstelligt, begünstigt und je nachdem beschleunigt wird.

Wir haben gesehen, daß sich Sauerstoff und Kohle verbunden und Kohlensäure gebildet haben. Dazu ist aber durchaus nöthig, daß man die Kohle anzündet oder richtiger, es findet die Verbindung nur bei dem Grade von Erhitzung statt, in welchem die Kohle in Gluth geräth. — Ebenso ist es mit den andern Stoffen der Fall gewe-

sen, die wir bei den Versuchen mit dem Sauerstoff erwähnt haben. Schwefel kann man Tage lang im Sauerstoff liegen lassen, ohne daß er sich mit dem Sauerstoff verbindet und schweflige Säure bildet. Erst wenn man ein kleines Stückchen davon in Brand setzt, erst dann tritt die Verbindung ein, und durch die Verbindung entsteht ein so hoher Grad von Hitze, daß der noch nicht entzündete Schwefel sich entzündet und die Verbindung immer weiter vor sich schreitet.

Es ist von der äußersten Wichtigkeit, sich dies so klar wie möglich zu machen, denn hierdurch erst ist man im Stande, sich eine große Masse von Erscheinungen, die man alltäglich sieht, zu erklären.

Woher mag es wohl kommen, daß ein paar glühende Kohlen einen ganzen Ofen voll Holz in Brand setzen und in Kohle verwandeln? Und was ist dazu nöthig, wenn dies geschehen und die Kohlen nicht ausgehen sollen?

Es kommt dies daher, daß die paar glühenden Kohlen dem Holz, dem sie nahe liegen, einen hohen Grad von Hitze verleihen. Da aber Holz selbst aus Kohlenstoff besteht, so bewirkt die Hitze, daß der Kohlenstoff des Holzes sich mit dem Sauerstoff der Luft, die im Ofen ist, verbindet, und hierdurch geräth das den Kohlen nahe liegende Theilchen Holz in Brand. — Nöthig ist aber hierzu, daß frische Luft in den Ofen einströmt, denn nur so lange frischer Sauerstoff dem Holz zugeführt wird, so lange kann die Verbindung fortdauern. Führt man keinen Sauerstoff zu, so geht das Feuer aus, d. h. die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Holzes hört auf.

Daher weiß es auch schon jedes Kind, daß ein Ofen Zug haben muß, d. h. man muß in jedem Ofen die Klappe, die zum Schornstein führt, öffnen, damit die heiße Luft des Ofens in welcher der Sauerstoff schon verbraucht ist,

nach oben abströmen kann; an der Ofenthüre aber muß man eine kleine Klappe öffnen, damit frische Luft zuströmt, in welcher Sauerstoff vorhanden ist, damit dieser Sauerstoff sich immer weiter mit der erhitzten Kohle verbinden kann, d. h. damit das Feuer fortbrennt.

In der That, wenn man keine frische Luft, also keinen neuen Sauerstoff zuläßt, geht das Feuer aus; denn das Feuer entsteht eben nur dadurch, daß eine chemische Verbindung zwischen dem Sauerstoff und dem Kohlenstoff des Holzes stattfindet. Und umgekehrt, macht man eine Vorrichtung am Ofen, durch welche im Innern des Ofens sich immer frischer Sauerstoff neu bildet, so braucht man keine Zugklappe an der Ofenthür, denn so lange Sauerstoff im Ofen ist, so lange wird auch das Holz brennen, oder chemisch ausgedrückt: so lange wird auch die chemische Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff im Ofen stattfinden.

Hierdurch wird sich Jedermann sehr leicht überzeugen, daß die Chemie zwar eine Kunst ist, die scheinbar noch von wenig Menschen gekannt wird; aber im praktischen Leben wird sie von allen Dienstmädchen und Hausfrauen ausgeübt, denn wer auch nur einmal einen Ofen geheizt hat, hat eigentlich ohne zu wissen dasselbe Kunststück gemacht, das wir im ersten Versuch vorgeführt haben. Er hat eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff hergestellt.

Darum sind auch die Oefen die besten, die einen starken Zug haben, d. h. wo recht viel frische Luft mit recht starkem Strom durch die Klappe der Ofenthür hineinzieht, so daß recht viel Sauerstoff aus der Luft durch das heiß gewordene Holz zieht und sich mit diesem chemisch verbindet. Darum pustet auch die Köchin in das Feuer auf den Heerd, damit es besser brenne, d. h. sie treibt mit

dem Pusten einen Strom von Luft in's Feuer hinein, damit mehr Sauerstoff an das erhitzte Holz komme. Darum braucht der Feuerarbeiter den Blasebalg, damit die schwer brennende Steinkohle recht viel Sauerstoff bekomme zur chemischen Verbindung, die eben das Brennen zu Wege bringt, und darum brannte auch bei unserm Versuch das Stückchen Kohle so schön in der Flasche voll Sauerstoff, weil eben das Verbrennen nur eine Erscheinung ist, welche stattfindet, wenn sich Sauerstoff recht schnell und energisch mit Kohle oder mit andern Stoffen verbindet.

Man sieht wohl, daß eigentlich alle Welt Chemie treibt, ohne daß sie es weiß.

VII. Die Lehre der Chemie über das Verbrennen.

Nachdem wir nun gesehen haben, was denn eigentlich beim Verbrennen des Holzes vor sich geht, daß hierbei eben eine chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Holzes stattfindet, können wir einen großen Lehrsatz der Chemie aussprechen, den wohl schon Jedermann oft genug gehört, aber Viele doch nicht verstanden haben. Der Lehrsatz lautet:

Verbrennung ist gar nichts anderes als ein chemischer Prozeß, und Feuer ist nur eine Erscheinung dieses Prozesses.

Bei allen Verbrennungen, die wir vornehmen, wenn wir ein Licht, eine Lampe, ein Stück Holz anzünden, thun wir gar nichts anderes, als daß wir Licht, Lampe oder Holz in den Zustand versetzen, in welchem sich gewisse Stoffe mit dem Sauerstoff der Luft verbinden können.

Ein brennendes Licht verlischt sofort, wenn wir ihm den Sauerstoff der Luft entzogen haben. Stellt man ein Stückchen Licht auf den Tisch und deckt ein leeres Bierglas darüber, so fängt das Licht bald an dunkler zu brennen und geht endlich aus. Denn das Fortbrennen ist nur eine Erscheinung, die stattfindet während der Verbindung des Brennstoffs mit dem Sauerstoff der Luft. Könnte man die Erfindung machen, daß man einem großen Theil der Luft den Sauerstoff entzieht, so wäre man im Stande, brennende Häuser augenblicklich zu löschen (man brauchte nur dem Brand den Sauerstoff zu entziehen) Die Wärme und das Licht des Feuers sind nur Erscheinungen eines chemischen Prozesses. Die Flamme eines gewöhnlichen Lichtes kann Jedermann schon viel Belehrendes bieten. Dort wo die Flamme mit dem Sauerstoff der Luft in naher Berührung ist, in der äußeren Hülle der Flamme, dort ist sie heiß und hell; im Innern der Flamme aber, wohin nur wenig Sauerstoff dringt, ist sie weder so hell noch so heiß. Hält man einen dünnen Holzspan gerade mitten durch die Flamme, so wird man bemerken, daß dieser nicht in der Mitte zu brennen anfängt, sondern an beiden Seiten. Bei einiger Geschicklichkeit kann man den Span zeitig genug wieder herausnehmen, bevor er zu brennen angefangen und man bemerkt, daß nur die Ränder der Flamme das Holz verkohlt haben, während die Mitte der Flamme den Span fast unversehrt ließ. —

Hieraus aber kann man die große Wahrheit lernen, daß je schneller und leichter ein brennbarer Stoff sich mit Sauerstoff verbindet, desto stärker ist die Wärme, die daraus ensteht, und je schwerer und langsamer ein Stoff sich mit Sauerstoff verbindet, desto weniger Wärme wird dadurch entwickelt.

Es geschieht auf jedem Heerd und in jedem Ofen ganz dasselbe. Jeder Heerd und jeder Ofen ist eine chemische Fabrik, in welcher Kohlensäure fabrizirt wird; die Leute wissen das gewöhnlich nur nicht, und nicht selten geschieht großes Unglück durch diese Unwissenheit.

Die reine Kohlensäure ist nämlich ein farbloses, fast geruchloses Gas, in welchem man nicht leben kann. Thiere, die man in ein Gefäß bringt, in welchem nur Kohlensäure enthalten ist, ersticken sehr bald, denn zum Leben ist das Einathmen von Sauerstoff nöthig — wir werden später sehen, warum dies so ist —; da aber in der Kohlensäure der Sauerstoff schon verbunden ist mit dem Kohlenstoff, kann er in den Lungen des Thieres nicht die Wirkung thun, die zum Leben nöthig ist, und das Thier erstickt ganz so, als ob es gar keine Luft hätte einathmen können. Die Kohlensäure ist also eine für unsere Stuben schädliche Luftart und deshalb ist es auch wichtig, daß sie mit dem Rauch und mit der erhitzten Luft hinauszieht in den Schornstein, und dies geschieht auch, obgleich die Kohlensäure eine Luftart ist, die schwerer wiegt als gewöhnliche Luft und bei ruhiger Luft zu Boden sinkt.

Allein noch bei weitem schädlicher als reine Kohlensäure ist die halbfertige Kohlensäure, die den Namen Kohlen-Oxydgas hat. In der Kohlensäure ist immer zweimal so viel Sauerstoff als Kohle; in der halbfertigen Kohlensäure ist nur so viel Sauerstoff wie Kohlenstoff enthalten, und diese wirkt auf die Lungen außerordentlich giftig.

Wenn nun in einem Ofen, der keinen reichlichen Zug hat, Feuer angemacht wird, so entwickelt sich zuerst in demselben die halbfertige Kohlensäure, sobald nicht Sauerstoff genug da ist, die vollständige Kohlensäure zu bilden; schließt man nun zu früh die Klappe, die zum Schornstein führt, so füllt sich zuerst der Ofen mit diesem Kohlengas,

sodann fängt es an in die Stube hineinzuströmen, und da es schwerer ist als die gewöhnliche Luft, nimmt dies Gas die unterste Schicht am Fußboden ein und steigt bei der Vermehrung immer höher.

Dieses Gas ist aber beim Einathmen so gefährlich, daß wenig Augenblicke ausreichen, den Tod herbeizuführen, und dieses Unglück geschieht in gar vielen Fällen und oft in einer Weise, die Vielen unerklärlich ist.

Es kam bei solchen Gelegenheiten schon öfter vor, daß die, welche auf Stühlen saßen oder standen, nicht die mindeste Uebelkeit empfunden haben, während Kinder, die auf dem Fußboden spielten, plötzlich vergiftet umfielen; was daher rührte, daß das gefährliche Gas sich immer erst am Boden sammelt. — In manchen Kellern, wo viel Getränke gähren, entwickelt sich dieses Gas und man erstaunt oft, daß Menschen, wenn sie aufrecht gehen, ganz wohl bleiben, während derjenige, der sich bückt, um Etwas aufzuheben, vergiftet niederfällt. Zuweilen strömt auch dieses gefährliche Gas aus Spalten der Erde hervor und lagert sich in der Tiefe von Thälern, welche man Giftthäler nennt, da denjenigen, der sie betritt, der Tod ereilt — In der Nähe von Neapel befindet sich eine berühmte Höhle, die man die Hundsgrotte nennt, die gleichfalls in der Tiefe stets mit Kohlengas gefüllt ist; in dieser Grotte können Menschen ganz gefahrlos umhergehen, während Hunde, deren Kopf dem Boden näher ist, darin sterben.

Wir führen alle diese Fälle an, um erstens zu zeigen daß eigentlich jeder Ofen eine chemische Fabrik ist, worin Kohlensäure, oder die halbe Kohlensäure, die man auch Kohlendampf nennt, erzeugt wird; wir haben aber auch die kleinen Nebenbemerkungen über die Gefahr des Kohlendampfes hinzugefügt, weil leider zu oft schon aus der Unwissenheit der Menschen in dieser Beziehung Unglück ent-

standen und es höchst wichtig ist, Jedermann hierüber zu belehren. Zu diesem Zwecke fügen wir noch hinzu, daß man in zweifelhaften Fällen, wo man vermuthet, daß der Ofen zu früh geschlossen worden ist, nicht nach dem Geruch in den oberen Schichten der Luft urtheilen darf, sondern die Luft unten am Fußboden untersuchen muß, um sich vor Gefahren zu sichern.

IX. Die Wanderung des Sauerstoffs durch unsern Körper.

Wir haben nunmehr gezeigt, wie in jedem Ofen, auf jedem Heerd eigentlich das Kunststück vorgeht, das wir beim Verbrennen der Kohle in der Flasche mit Sauerstoff gesehen haben, und es wird nun jedem Leser klar werden, daß man sich nur dann einen richtigen Begriff von Dingen machen kann, die man alltäglich sieht, wenn man im Stande ist, sich einen Einblick in das Wesen der Chemie zu verschaffen.

Bevor wir nun in unserm Thema weiter gehen, wollen wir nur noch einen der wichtigsten Prozesse im Leben erklären, um darzuthun, wie nicht nur allein um uns sondern auch in uns alles sofort der Vernichtung anheim fiele, wenn wir nicht fortwährend einen chemischen Prozeß in unserm Körper unterhielten, der mit dem Verbrennen des Holzes im Ofen die größte Aehnlichkeit hat.

So fremdartig und wunderbar es auch dem Unkundigen im ersten Augenblick erscheint, so wahr und so vollkommen richtig ist es, wenn man behauptet, daß der Mensch mit jedem Athemzug seinen Körper wie einen Ofen einheizt und mit Jedem Ausathmen die Klappe dieses merkwürdigen Ofens öffnet und das schädliche Gas ausfließen läßt. — Alle Welt weiß, daß man fortwährend einathmen und ausathmen muß, und daß das Leben aufhört, sobald der

Athmen stockt; aber nur wer einen Einblick in die Chemie hat, begreift es, warum dies so ist.

Zum Leben ist eine ununterbrochene chemische Thätigkeit unseres Körpers nöthig, und das allererste Erforderniß ist, daß nach jedem Theil unseres Körpers Sauerstoff hinströmt, um dort eine chemische Verbindung eigener Art einzugehen. Diesen Sauerstoff nehmen wir durch Einathmen der Luft in uns auf. Bei jedem Male, wenn sich der Brustkasten ausdehnt, füllt sich die Lunge wie eine Art Blasebalg mit Luft, und da in der Luft immer ein fünftel Sauerstoff vorhanden ist, so bekommen wir Sauerstoff in den Körper. Aber dies würde uns nicht viel helfen, denn der Sauerstoff muß durch den ganzen Körper wandern, er muß eben so in unser Auge, wie in unser Gehirn, in unsere Muskeln wie in unsere Knochen, mit einem Worte, nach jedem Pünktchen unseres Körpers hin, und dahin würde er nicht gelangen können, wenn nicht das Blut wäre, das von einer bestimmten Abtheilung des Herzens nach der Lunge getrieben wird und hier eine chemische Verbindung mit dem Sauerstoff eingeht.

Sobald dies geschehen ist, strömt es durch die Thätigkeit des Herzens wieder zu einer andern Abtheilung des Herzens zurück und vollendet so einen kleinen Kreislauf. Nun aber preßt sich das Herz wieder in einer besondern Abtheilung derart zusammen, daß das mit Sauerstoff verbundene Blut in die Schlag-Adern strömt und durch diese und ihre außerordentlichen Verzweigungen in alle Theile des Körpers getrieben wird. So gelangt das mit Sauerstoff getränkte Blut nach allen Punkten des Körpers hin, und somit ist es geschehen, daß der Sauerstoff der Luft durch den ganzen Körper verbreitet worden ist.

Nunmehr aber, sollte man glauben, wäre genug ge-

schehen, da doch jetzt allenthalben Sauerstoff vorhanden ist, und wenn man ihn nur nicht davon läßt, so brauchte man nicht wieder zu athmen. Aber dem ist nicht so. Ganz so wie zum Ofen immer neuer Sauerstoff zuströmen muß, um den chemischen Prozeß zu erhalten, weil der alte Sauerstoff im verbrennen sich in Kohlensäure verwandelt, ganz so ist es im Körper der Fall. Der hauptsächliche chemische Prozeß im Körper besteht eben auch darin, daß in jedem Punkte unseres Körpers das vorgeht, was im Ofen der Fall ist. Allenthalben findet die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem unbrauchbar gewordenen Kohlenstoff des Körpers statt und es entsteht ganz wie im Ofen allenthalben im Körper Kohlensäure, die hinausgeschafft werden muß. Und dieses Geschäft übernimmt wiederum das Blut, es strömt auf anderm Wege durch besondere Blutgefäße zurück bis zum Herzen, hier wird es wieder zur Lunge getrieben, welche beim Ausathmen die Kohlensäure aus dem Körper entfernt.

Dieser in den Hauptzügen hier angegebene Vorgang des Einathmens und Ausathmens ist also dem chemischen Prozeß im Ofen sehr ähnlich. Wie ein Ofen nimmt jedes lebende Thier Sauerstoff ein, wie im Ofen verbindet sich im Körper der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff zur Kohlensäure, wie beim Ofen stößt der Körper die Kohlensäure wieder aus.

Und in der That, der chemische Prozeß des Heizens und des Athmens ist ein und derselbe. Nicht nur der Vorgang ist sich ähnlich, sondern auch der Zweck. Ganz so wie man durch den Ofen die Erwärmung desselben erzielt, so erzielt man durch das Athmen die Lebenswärme des Körpers. Athmen ist zur Erwärmung des Körpers ganz so nothwendig, wie Zugluft zur Erwärmung des Ofens.

Wir wollen von diesem merkwürdigen chemischen Vorgang Einiges mittheilen.

X. Athmen und Einheizen.

Wir haben gesagt, daß das Athmen des Menschen ganz so die Erwärmung des Körpers, wie das Heizen die Erwärmung des Ofens hervorbringt.

Alle Menschen haben einen ganz bestimmten Grad von Körperwärme, der sich ganz gleich bleibt, es mag Sommer oder Winter, Hitze oder Kälte herrschen. Man nennt diese Wärme die Körper- oder Blutwärme, und sie beträgt circa 29 Grad. Diese Wärme im Innern des Körpers darf sich weder steigern noch darf sie abnehmen, wenn nicht Krankheit und Tod folgen soll, sie muß sich vielmehr stets gleich bleiben, und dies ist auch beim gesunden Menschen immer der Fall, so lange er essen und athmen kann.

Alles Fett, das der Mensch genießt, wie alle Stoffe, die im Körper sich in Fett umwandeln, dienen hauptsächlich dazu, diesen Grad der Wärme zu erhalten. Das Fett nämlich besteht aus Kohlenstoff und den Bestandtheilen des Wassers. Der Kohlenstoff ist das Heizmaterial und die Bestandtheile des Wassers bewirken unter Umständen die Abkühlung durch Schweiß. Beim Athmen, wo man Sauerstoff in den Körper einführt, geschieht die Verbindung des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs zur Kohlensäure und bei dieser Verbindung wird Wärme entwickelt, ganz so wie im Ofen bei der Bildung von Kohlensäure Wärme frei wird.

Die Naturforscher sind darüber noch nicht ganz im Reinen, ob durch diesen chemischen Prozeß nur das Blut in den Lungen erwärmt wird und dieses die Wärme allen Theilen abgiebt, wo es hinströmt, oder ob der chemische Prozeß erst in jedem Theile des Körpers vor sich geht.

Darüber herrscht aber nicht der mindeste Zweifel, daß die innere Erwärmung des Körpers nur von dem Kohlenstoff herrührt, den wir hauptsächlich im Fett verzehren und von der Verbindung desselben mit dem Sauerstoff, den wir im Athmen einnehmen.

Diese Thatsachen erklären auch manche Erscheinung, die sonst unerklärlich gewesen ist. Woher kommt es, daß wir im Winter mehr essen und fetteres Essen vertragen können als im Sommer? — Es kommt daher, daß wir im Winter schneller kalt werden, und daher stärker athmen müssen, um uns zu erwärmen. Aber zum stärkeren Athmen gehört mehr Kohlenstoff im Körper, und darum müssen wir mehr und Fetteres essen, als im Sommer. Deshalb darf man sich nicht wundern, wenn in den ewigen Eisfeldern des Nordens die Menschen Thran trinken und sogar Talglichter mit gutem Appetit verzehren, während in heißen Ländern jede Fleischspeise mäßig und fettes Fleisch nur mit Widerstreben genossen wird. —

Warum ißt derjenige, der eine sitzende Lebensart führt, sehr wenig? Weil er beim Sitzen weniger athmet und darum auch nicht viel Kohlenstoff verbraucht. Deshalb aber friert er auch weit leichter als derjenige, der sich viel bewegt, also auch kräftiger athmet und folglich auch mehr essen muß. — Athmen und Essen gehört so genau zu einander, um den Körper zu erwärmen, wie Zugluft und Brennmaterial zu einander gehören, um die Erwärmung des Ofens zu unterhalten.

Freilich wird mancher Leser fragen: wo ist denn das Feuer im Körper vorhanden, das im Ofen nöthig ist, um aus Sauerstoff und Kohlenstoff die Kohlensäure zu bilden?

Zur Antwort auf diese Frage müssen wir jedoch daran erinnern, daß, wie wir bereits gesagt haben, das Feuer nicht etwas Besonderes ist, das außerhalb des chemischen

Prozesses existirt, sondern fast alles Feuer, das wir erzeugen und fortpflanzen, ist nur eine Erscheinung in dem chemischen Prozesse. — Und hier ist es, wo wir wiederum fortfahren können in der Erklärung dessen, was man den chemischen Prozeß nennt.

Es ist ein ausgemachter Lehrsatz, daß immer, wenn zwei Körper sich chemisch verbinden, dieser Akt unter Veränderungen der Wärme vor sich geht.

Man kann sich in einzelnen Fällen sehr leicht überzeugen, wie Wärme ohne Feuer nur als Erscheinung eines Naturprozesses entsteht. Wenn man in ein Glas kaltes Wasser etwas kalte Schwefelsäure gießt, wird das Wasser so heiß davon, daß oft das Glas zerspringt. Wenn man den Versuch in einem irdenen Topf macht, so fühlt sich der Topf so an, als ob heißes Wasser darin wäre. Und doch war das Wasser für sich kalt und die Schwefelsäure für sich ebenfalls kalt. Die Wärme entstand erst in dem Augenblick, wo beide Stoffe sich mit einander gemischt haben. — Nicht minder ist es bekannt, wie kaltes Wasser, auf ungelöschten Kalk gegossen, einen sehr heißen Kalkbrei herstellt. Dies mag als Beweis dienen, daß sich Wärme entwickeln kann, als Erscheinung bei einem Naturprozesse, und wir wollen nun sehen, daß dies bei fast allen chemischen Prozessen der Fall ist.

XI. Die chemische Wärme.

Es ist höchst wichtig, zur Kenntniß der chemischen Prozesse zu wissen, daß sie immer mit Wärme-Erscheinungen verbunden sind; nur tritt dies in einzelnen Fällen wenig merklich auf, während es in andern recht auffallend zur Erscheinung kommt. Und zwar geschieht dies in folgender Weise:

Wir wissen, daß die sechszig chemischen Grundstoffe eine Neigung haben, sich mit einander zu verbinden; allein diese Neigung ist sehr verschieden. Während sich zum Beispiel Sauerstoff mit einem Metall, das den Namen Kalium führt, so leicht und schnell verbindet, daß man das Kalium nur rein erhalten kann in Steinöl, worin kein Sauerstoff vorhanden ist, — verbindet sich Sauerstoff mit Gold bedeutend schwerer, so daß man Gold in feuchter Luft liegen lassen kann, ohne daß es rostet, das heißt, ohne daß es eine Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft eingeht. Eisen oder Zink dagegen verbindet sich schon bei weitem leichter mit Sauerstoff, und setzt man eines dieser Metalle der feuchten Luft aus, so überzieht es sich mit einer Borke, die auf Eisen roth erscheint und Rost genannt wird, während Zink einen weißgrauen Ueberzug bekommt, den man Zinkoxyd nennt.

Man sagt daher mit Recht: Sauerstoff und Kalium haben eine starke Neigung, sich mit einander zu verbinden. Sauerstoff mit Eisen verbindet sich schon weniger energisch, Sauerstoff mit Zink noch weniger und Sauerstoff mit Gold außerordentlich wenig.

Was nun die Wärme betrifft, die bei diesen Verbindungen zur Erscheinung kommt, so kann man Folgendes als Regel feststellen: Sobald sich zwei Körper sehr energisch verbinden, findet ein hoher Grad von Wärmeveränderung statt. Die Wärme kann sich bei diesem Prozeß so steigern, daß ein brennbarer Gegenstand dabei in Flammen ausbricht. Findet die Verbindung weniger energisch statt, so ist die Wärme ebenfalls geringer, und sie kann in gewissen Fällen sogar unmerklich werden.

Wir wollen dies durch einige Beispiele zu erläutern suchen.

Wenn man ein Stückchen Kalium-Metall in einen

Teller mit kaltem Wasser wirft, so ist die Neigung dieses Metalles, sich mit Sauerstoff zu verbinden, so groß, daß es das Wasser chemisch zersetzt. Wasser nämlich besteht, wie wir später noch näher zeigen werden, aus Sauerstoff und Wasserstoffgas. Das Wasserstoffgas ist ein brennbares Gas und ist der Hauptbestandtheil unserer Gasflammen. Das Kalium, wenn es ins Wasser kommt, hat nun eine solche gewaltige Neigung zum Sauerstoffe, daß es dem Wasser seinen Sauerstoff entzieht, so daß der Sauerstoff, der früher im Wasser war, sich mit dem Kalium verbindet. Die Verbindung ist aber so heftig, daß das Kalium zu glühen anfängt. Man sieht auch deshalb ein Kügelchen von Kalium-Metall, das sonst kalt ist, in Gluth gerathen und zischend umherspringen, wenn man es in kaltes Wasser hineinwirft. Hierbei zeigt sich aber noch eine interessante Erscheinung. Da das Wasser seinen Sauerstoff verliert, so steigt aus dem Wasser Wasserstoffgas in die Höhe. Dies aber ist ein brennbares Gas, wird von der Gluth des Kaliumkügelchens angezündet und fängt an zu brennen. Man nimmt hierbei das merkwürdige Schauspiel wahr, daß erstens ein Metallkügelchen dadurch zu glühen anfängt, daß man es in kaltes Wasser wirft, und zweitens, daß ein Bestandttheil des Wassers hierbei selber in volle Flamme geräth.

Einen zweiten Versuch der Art hat wohl Jedermann schon angestellt, aber Tausende thun es, ohne Chemie darin zu vermuthen. Unsere gewöhnlichen Stipp-Feuerzeuge, die jetzt freilich außer Mode gekommen sind, weil man sich der praktischeren Reibzündhölzchen bedient, stellen solch' einen chemischen Versuch vortrefflich dar. Die Hölzchen der Stipp-Feuerzeuge sind an der Spitze in eine Mischung von chlorsaurem Kali und Schwefel getaucht. Das chlorsaure Kali hat die Eigenschaft, daß es bei einer

Zersetzung eine große Menge seines Sauerstoffs von sich giebt, und bringt man dasselbe in Berührung mit Schwefelsäure, so geschieht eine so schnelle, heftige Verbindung des Kali mit der Schwefelsäure, daß ein außerordentlich hoher Grad von Hitze entsteht. Beim Einstippen eines solchen Schwefelhölzchens in das Feuerzeug-Fläschchen, worin sich Schwefelsäure befindet, geschieht nun diese chemische Operation. Indem aber zugleich Sauerstoff frei wird, so entsteht hierbei eine heftige Entzündung, eine Flamme, die den Schwefel in Brand setzt, der dann das Hölzchen selber anzündet.

Obwohl zu einer genauen Erklärung dieses Vorganges mehr nöthig ist, als wir hier darlegen können, so wird doch jeder Leser schon daraus ersehen, daß hier, wie im vorhergehenden Versuch, die Wärme nur ein Erzeugniß des chemischen Vorganges ist, daß ferner die Wärme sich oft so steigert, daß sie eine Flamme hervorruft, und Jedermann wird es glaublich finden, wenn wir sagen, daß auf chemischem Wege Wärme erzeugt wird, selbst ohne Flamme. Es wird daher nun erklärlicher erscheinen, daß auch in unserm Körper die Leibwärme erzeugt und erhalten wird durch den chemischen Prozeß, den wir beim Essen und Athmen durch den Kohlenstoff und Sauerstoff hervorrufen.

XII. Die Chemie in aller Welt Händen.

Indem wir nun in unserm Thema weiter gehen wollen, bitten wir unsere Leser, sich des Versuchs zu erinnern, den wir mit Phosphor und Sauerstoff angestellt haben.

Wir haben bei diesem Versuch gesehen, daß ein Stückchen Phosphor in einer Flasche Sauerstoffgas nur ein

wenig erhitzt zu werden braucht, um sofort mit heller Flamme zu verbrennen, und jetzt wissen wir, daß diese Verbrennung nur ein chemischer Vorgang ist, daß das Feuer nur eine Erscheinung dieses Vorganges bildet, daß eigentlich der wahre Hergang bei diesem Versuch nur die chemische Verbindung von Phosphor und Sauerstoff ist, welche beisammen eine Art weißen Nebel bilden, den man Phosphorsäure nennt.

In Nachstehendem wollen wir zeigen, daß viele Millionen Menschen tagtäglich denselben Versuch mit dem glücklichsten Erfolge anstellen, freilich ohne daran zu denken daß auch dies Chemie ist.

Man kauft jetzt schon für einen Groschen tausend Zündhölzchen und jedes derselben geräth in hellen Brand wenn man es an einer rauhen Fläche reibt. Ein solches Zündhölzchen aber, das man unachtsam benutzt und verächtlich von sich wirft, ist wahrlich ein Gegenstand, der zum ernstlichen Nachdenken anregt.

Wie viele Tausende von Menschengeschlechtern haben gelebt, die das Erzeugen von Feuer für eine Art Zauber gehalten haben! Die weisen Griechen haben so wenig Vorstellung davon gehabt, wie man Feuer erzeugen kann, daß sie in ihren religiösen Dichtungen die Fabel erfunden haben, daß ein Gott einen Funken vom Himmel gestohlen und ihn den Menschen gegeben habe, damit sie ein Feuer anzünden könnten. In der That war man im Alterthum genöthigt, glühende Kohlen aufzubewahren, um jederzeit Feuer anzünden zu können. In den Tempeln der alten Völker braunte man eine ewige Leuchte, zu deren Dienst bestimmte Priester bestellt waren, damit sie nie verlösche. Später erfand man das Feuerzeug, aus Stahl und Stein bestehend, dessen sich gewiß noch viele unserer Leser bedient haben. Mit solchem Feuerzeug stellt man das

Feuer dadurch her, daß man gegen die scharfe Kante eines besonders harten Steines, des Feuersteins, ein Stück Stahl schlägt, wodurch Stückchen Stahl so plötzlich eine heftige Reibung erleiden, daß sie glühend abspringen und als Funken im Stande sind, Zunder oder Schwamm in Gluth zu versetzen.

Seitdem jedoch die Chemie einen großen Aufschwung nahm und man einsah, daß Feuer nur eine Erscheinung ist während eines chemischen Vorganges, erfand man die chemischen Feuerzeuge, so daß man jetzt schon lange Zündmaschinen hat, wo man nur mit den Fingern aufzudrücken braucht, um Feuer zu erhalten. Zündmaschinen, die wohl verdienen, von Jedermann gekannt zu werden, und deren Erklärung wir unsern Lesern noch vorzuführen gedenken. Ferner kam man auf die Erfindung der Stipp-Feuerzeuge, die wir im vorhergehenden Abschnitt erwähnt haben, und gegenwärtig sind die viel bequemeren Reibzündhölzchen im allgemeinen Gebrauch, die ein vortrefflicher Beweis für unsere fortgeschrittene Zeit sind.

Hätte ein Mensch in alten Zeiten solch' ein Bündchen Reibzündhölzchen hervorgebracht, er würde vielleicht von den frommen Priestern als Gotteslängner und Zauberer auf den Scheiterhaufen gebracht und vom unwissenden Volk als ein Gott verehrt worden sein! — Wie viel Stoff bietet uns solch' ein Hölzchen, um über den geistigen Fortschritt der Menschheit nachzudenken, und wie sehr lehrt uns ein solches die vergeblichen Bestrebungen verachten, durch welche man die Menschen wieder in den Zustand der Unwissenheit und Thorheit alter Zeiten hineinzwängen will! —

Darum aber wollen wir solch' ein Zündhölzchen näher kennen lernen.

Das einfache Zündhölzchen besteht aus einem Hölzchen.

dessen Spitze zuerst in Schwefel und dann in Phosphor getaucht ist. Der Phosphor hat die Eigenschaft, daß er große Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden; legt man daher ein Stückchen Phosphor, das ungefähr so aussieht, wie weiches weißes Wachs, an die Luft, so genügt schon die gewöhnliche Wärme der Luft, um eine langsame chemische Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Phosphor herzustellen. Das Stückchen Phosphor fängt an zu rauchen und einen weißen Nebel von sich zu geben, der eben nichts ist, als Phosphorsäure, wobei der Phosphor endlich ganz verschwindet. Im Dunkeln sieht man, daß der Phosphor in diesem Zustande leuchtet, und Jedermann weiß es auch, daß, wenn man mit der warmen Hand im Dunkeln über die Spitze des Zündhölzchens fährt, ein solch' leuchtender Nebel von besonderem Geruch entsteht. Dieser Nebel ist Phosphorsäure, eine Verbindung des Phosphors mit Sauerstoff der Luft, die durch das Reiben mit der warmen Hand begünstigt wird. —

Reibt man aber solch' ein Zündhölzchen an einem rauhen Körper, so vermehrt man dadurch die Wärme; die Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff der Luft wird dadurch noch mehr begünstigt und geht schneller vor sich. Die schnellere chemische Verbindung ist aber immer mit größerer Wärme verbunden und diese reicht aus, den Schwefel anzuzünden, d. h. die Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff der Luft zu begünstigen, wodurch noch mehr Wärme entsteht. Dieser Grad der Wärme ist aber wieder stark genug, um die Verbindung des Kohlenstoffs im Hölzchen mit dem Sauerstoff der Luft möglich zu machen, und so findet bald auch diese statt, d. h. das Holz beginnt zu brennen.

Wir wollen nun noch näher zeigen, daß ein solches

Hölzchen, wenn es gerieben worden ist, drei wirklich interessante, chemische Vorgänge zeigt, die wohlbeachtet so lehrreich sind, wie man es sich schwerlich denken mag.

XIII. Versuche mit einem Zündhölzchen.

In der That, unsere Reibzündhölzchen stellen beim Gebrauch eine ganze Reihe von chemischen Vorgängen dar, und bei all' diesen spielt der Sauerstoff der Luft seine Hauptrolle.

Der chemische Vorgang besteht darin, daß drei verschiedene Stoffe sich nach einander mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, und daß bei dieser Gelegenheit drei verschiedene Flammen nach einander entstehen, die stufenweise eine immer größere Hitze erzeugen.

Der Phosphor wird durch Reibung erwärmt, bis zu dem Grade, wo er sich unter Flammen mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, und das ist die erste Flamme. Aber diese Flamme können wir nicht zum Anzünden gewöhnlicher Gegenstände brauchen. Der Phosphor verbindet sich bei einem so niedern Grad von Hitze mit dem Sauerstoff der Luft, daß wir brennenden Phosphor in der Hand halten können, ohne uns zu verletzen. Wenn wir im Dunkeln einen Strich mit einem Phosphorhölzchen über die Hand machen, sehen wir einen Streifen Phosphor auf der Hand abbrennen, d. h. sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, ohne daß wir dabei Schmerzen empfinden. Oft scheint es in solchen Fällen, als ob der Phosphor schon ausgebrannt wäre; aber es ist meist nur mit der obersten Schicht der Fall, und wenn diese sich in Phosphorsäure verwandelt hat, so dringt der Sauerstoff der Luft nicht bis zur untern Schicht, so daß die Verbrennung aufhört. Daher aber rührt es auch, daß, wenn

man mit dem Finger die Stelle, wo der Phosphorstreifen war, abwischt, dieser noch einmal an zu brennen fängt; denn durch das abwischen ist die untere Schicht frei geworden und diese verbindet sich nun mit dem Sauerstoff der Luft und erscheint wieder als lichter Streifen.

Die Verbindung des Phosphors mit Sauerstoff ist also nicht stark genug, um unsere Hand zu verletzen, denn bei dieser Verbindung findet nur ein schwacher Grad von Wärme statt. Da aber Schwefel, wie wir in dem Versuch bereits gesehen haben, auch starke Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, so ist die schwache Wärme der Phosphorflamme hinreichend, um dem Schwefel des Zündhölzchens den Grad von Wärme mitzutheilen, der seine Verbindung mit Sauerstoff begünstigt. Es fängt also jetzt der Schwefel sein chemisches Kunststück an, welches wir auch entstehen sahen, als wir Schwefel in der Flasche mit reinem Sauerstoff verbrennen ließen. Der Phosphor ist also nur gebraucht worden, um den Schwefel anzubrennen. Zwar kann man den Schwefel ebenfalls durch Reiben entzünden; allein dies ist schon sehr schwierig, weil die Reibung viel zu lange geschehen müßte, und man benutzt den Phosphor mit Recht, weil sein Entzünden so sehr leicht ist. — Der Phosphor also thut ein Vorarbeit; aber auch der Schwefel ist nur ein Vermittler.

Der brennende Phosphor würde dem Kohlenstoff des Hölzchens nicht jenen hohen Grad von Hitze ertheilen, die ihn fähig macht, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden. Der bloße Phosphor würde abbrennen und das Hölzchen würde nicht entzündet werden. Da aber die Flamme des Schwefels schon bei weitem heißer ist, so verrichtet diese die Vermittelung; sie erhitzt den Kohlenstoff des Holzes in so hohem Grade, daß, wenn der

Schwefel abgebrannt ist, der Kohlenstoff anfängt, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden und das Holz selber geräth in hellen Brand, das heißt wiederum, es verwandelt sich mit dem Sauerstoff zusammen zu Kohlensäure.

Und nun bitten wir unsere Leser, sich all' der Versuche zu erinnern, die wir gleich Anfangs mit der Flasche voll Sauerstoff gemacht haben, wo wir Kohle, Schwefel und Phosphor, jedes einzeln, in einer Flasche Sauerstoff verbrennen ließen, und zeigten, wie daraus in dem einen Fall Kohlensäure, im andern schweflige Säure und im letzteren Falle Phosphorsäure entsteht. Diese Versuche mögen wohl etwas fremdartig und gelehrt geklungen haben. — Jetzt aber sehen wir, daß jeder unserer Leser tagtäglich ganz dieselben Versuche macht, daß er mit jedem Zündhölzchen, das er ansteckt, alle drei Kunststücke mit einem Male vornimmt, daß er, ohne daran zu denken, drei Verbrennungsprozesse, die nichts als chemische Prozesse sind, vor sich gehen läßt und daß er unbeachtet, ein chemischer Fabrikant, erst Phosphorsäure, dann schweflige Säure und dann Kohlensäure fabrizirt, wenn er auch nichts dabei im Sinne hat, als sich eine Cigarre anzuzünden.

XIV. Ein chemisches Gesetz.

Wir haben bisher versucht, unsern Lesern einen näheren Einblick in das Wesen des Sauerstoffs und einige seiner Verbindungen zu geben. Indem wir nunmehr bald zum Wasserstoff übergehen wollen, müssen wir noch zwei Dinge hier anführen: das eine ist ein allgemeines, großes chemisches Gesetz, das man sich merken muß, und das andere ist eine Mittheilung über eine große Entdeckung, die erst in neuerer Zeit gemacht worden ist am Sauerstoff,

eine Entdeckung, die vielleicht von den allerwichtigsten Folgen für die Zukunft sein kann.

Das Gesetz, auf das wir hier aufmerksam machen wollen, ist folgendes:

Wir wissen, daß die sechszig chemischen Grundstoffe eine Neigung haben, sich unter begünstigenden Umständen mit einander chemisch zu verbinden, und wir haben es auch schon erwähnt, daß die Neigung verschieden ist, d. h. daß sie bei gewissen Stoffen stärker, bei anderen Stoffen schwächer ist. So haben wir z. B. gesehen, daß das Metall, welches man Kalium nennt, eine ungeheure Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, während Eisen zwar auch diese Neigung hat, aber in weit geringerem Maße.

In der Chemie ist es nun sehr wichtig, zu wissen, wie groß diese Neigung zweier Stoffe zu einander ist, und zu erkennen, ob und welch' anderer Stoff eine noch größere Neigung hat, sich mit einem der verbundenen Stoffe zu verbinden; denn es ist ein Gesetz in der Chemie, — und dies Gesetz wollen wir unsern Lesern deutlich machen, — daß ein Stoff, der eine große Neigung hat, sich mit einem andern zu verbinden, im Stande ist, den andern Stoff herauszureißen aus einer bereits eingegangenen Verbindung, sobald diese aus schwächerer Neigung entstanden ist.

Ein Beispiel soll dies deutlicher machen. Es hat wohl schon Jedermann ein rostiges Eisen gesehen. Der Rost auf dem Eisen entstand dadurch, daß der Sauerstoff der Luft sich mit der Oberfläche des Eisens verbunden hat. Das Eisen ist also nicht etwa verschwunden, sondern ist nach wie vor da; es ist nur ein Theil davon eine Verbindung eingegangen, welche einen andern Körper gebildet hat, der Rost, oder mit dem wissenschaftlichen Namen, Eisenoxyd heißt. Gesetzt, es hätte nun Jemand solchen Eisenoxyd gesammelt und es läge ihm daran, den

Sauerstoff aus dem Eisen herauszubringen, damit er reines Eisen habe, so kann dies nur dadurch geschehen, daß man zu dem Eisenoxyd einen Stoff zubringt, der größere Neigung zum Sauerstoff hat, als das Eisen. Unter solchen Umständen wird der Sauerstoff aus dem Eisenoxyd fortgehen und sich mit jenem andern Stoff verbinden; dadurch wird das Eisen ganz rein vom Sauerstoff werden. Man wird reines Eisen erhalten.

In der That wird alles Eisen, das man bekanntlich aus der Erde gräbt, nicht als reines metallisches Eisen gefunden, sondern in chemischer Verbindung mit Sauerstoff. Wer Eisenbergwerke gesehen hat, wird bemerkt haben, daß es meist rothe, wie Stein aussehende Stücke sind, die man ihm als das eigentliche Eisenerz zeigte. Da man aber daraus Eisen machen will, so muß man den Sauerstoff austreiben, und das kann man nur thun, indem man das Eisen in den Hoh-Ofen bringt, woselbst es mit Kohlen gemischt wird, die man dann anzündet. Die glühende Kohle aber — das wissen wir ja schon — hat eine starke Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden und eine Luftart, die Kohlensäure, zu bilden. Geräth nun die Kohle in Gluth, so ist ihre Neigung zum Sauerstoff stärker, als die des Eisens; sie reißt also aus dem Eisenoxyd den Sauerstoff an sich und verfliegt als Kohlensäure in die Luft, während reines metallisches Eisen zurück bleibt.

Wir sehen also, daß wenn ein Stoff nur eine recht starke Neigung hat zu einem andern Stoffe, so kann er ihn unter günstigen Umständen auch an sich ziehen und mit ihm verbinden, selbst wenn er bereits mit einem dritten Stoffe eine chemische Verbindung eingegangen hätte. — In solchem Falle sagt man: der eine Stoff hat seine frühere Verbindung verlassen und hat sich mit dem stärkern Stoff

verbunden; im vorliegenden Falle also hat der Sauerstoff das Eisen verlassen und hat sich zur Kohle begeben, um mit dieser eine Verbindung einzugehen.

In vielen Fällen geschieht aber noch mehr; es tauschen nämlich unter Umständen zwei verschiedene chemische Verbindungen ihre Stoffe aus, wenn sie zu einander gebracht werden. Ein Beispiel wird das, was wir meinen, deutlicher machen. Wir haben schon erwähnt, daß Kochsalz aus zwei Stoffen besteht, von denen der eine Natrium und der zweite Chlor heißt; nun kann man aber auch, durch Auflösung von Silber in Salpetersäure, salpetersaures Silber darstellen, das ebenfalls ungefähr wie Salz aussieht. Löst man diese beiden Salze in zwei verschiedene Fläschchen mit Wasser auf und gießt nun die Mischungen zu einander, so entsteht solch' ein Austausch. Das Chlor verläßt das Natrium und verbindet sich mit dem Silber, und die Salpetersäure verläßt das Silber und verbindet sich mit dem Natrium, und man erhält statt des frühern Chlor-Natrium und des salpetersauren Silbers zwei neue chemische Körper, nämlich Chlor-Silber und salpetersaures Natron.

Dieses Gesetz der Veränderungen und des Austausches der chemischen Verbindungen ist die Grundquelle der meisten chemischen Erscheinungen, weshalb wir sie nicht unerwähnt lassen durften.

XV. Eine neue chemische Entdeckung.

Wir haben in Nachstehendem unsern Lesern von einer Entdeckung am Sauerstoff Mittheilung zu machen, die noch sehr neu und deshalb von nur sehr Wenigen gekannt ist. Diese Entdeckung ist vielleicht berufen, eine höchst

wichtige Rolle in der Welt zu spielen, die man freilich jetzt noch nicht übersehen kann.

Schon seit langer Zeit ist die Bemerkung gemacht worden, daß sich in Zimmern, wo eine Elektrisirmaschine thätig ist, ein eigenthümlicher phosphorartiger Geruch verbreitet; denselben Geruch empfand man auch in Räumen, durch welche ein Blitz gegangen war. Man schrieb diesen Geruch gewöhnlich nicht irgend einem Stoffe zu, sondern meinte, daß er nur herrühre von einer elektrischen Reizung der Geruchsnerven; und diese Erklärung findet man auch noch in fast allen ältern Lehrbüchern angegeben. —

Allein schon vor mehr als zehn Jahren machte Schönbein, der Erfinder der Schießbaumwolle, bekannt, daß man diesen Geruch künstlich darstellen kann, und zwar ohne Elektricität. Seine Entdeckung bestätigte sich derart, daß man bald glaubte, einen neuen Stoff entdeckt zu haben, der der Luft beigemischt sein müßte und unter Umständen diesen Geruch verbreite. Man bezeichnete diesen Stoff mit dem Namen Ozon.

Die bequemste Art, das Ozon zu erzeugen, ist folgende. Man stellt in eine geräumige Flasche eine Stange Phosphor aufrecht hin, gießt lauwarmes Wasser hinein, bis die Stange zur Hälfte in Wasser steht; bewegt man nun die Flasche, so daß die Stange immer frisch angefeuchtet wird, so entwickelt sich der Ozongeruch so stark, daß er die Stube erfüllt. Der wirkliche Ozongeruch ist aber wesentlich vom Phosphorgeruch unterschieden und hat auch merkwürdige chemische Eigenschaften. Das Ozon ist im Stande, chemische Verbindungen aufzulösen, und hat dadurch die Eigenschaft, sowohl Farben zu verändern, wie zu bleichen. Um ein Beispiel derart anzuführen, wollen wir Folgendes hervorheben: Es giebt einen Stoff, der ungefähr wie Salz aussieht und den Namen Jod-Ka-

lium hat, weil er aus dem chemischen Urstoff Jod und dem bereits öfter erwähnten Metall-Kalium besteht. Das Jod hat die Eigenschaft, daß die leiseste Spur davon jede Art von Stärkemehl blau färbt. Reibt man etwas Jod-Kalium mit gewöhnlichem Kleister zusammen, und streicht dies über einen Papierstreifen, so bleibt das Papier weiß, weil das Jod, so lange es mit dem Kalium verbunden ist, den Kleister nicht blau färben kann. So wie man aber ein solches Papier an einen Ort bringt, wo Ozon vorhanden ist, so zeigt sich, daß das Ozon so starke Neigung hat, sich mit dem Kalium zu verbinden, daß es das Jod daraus verdrängt; das Jod tritt somit zum Kleister und der Papierstreifen wird sofort blau gefärbt.

Solche Papierstreifen sind also ein vortreffliches Mittel, das Ozon zu entdecken, und in der That färben sie sich blau, selbst in Räumen, wo auch der feinste Geruch kein Ozon zu riechen vermochte.

Aber auch das Vermögen, Farben zu bleichen, ist am Ozon merkwürdig. Lackmus, Blauholz, ja selbst Indigo-Farbe wird sofort gebleicht, wenn man einen gefärbten Gegenstand in eine Flasche bringt, wo Ozon vorhanden ist. — Nicht minder, als auf die Farben, wirkt das Ozon auf wirklich chemische Stoffe. Es wird von Milch, vom Blut, vom Eiweiß schnell aufgenommen, und bewirkt chemische Veränderungen. Desgleichen wirkt es auf Metalle in eigenthümlicher Weise ein.

Es läßt sich denken, daß diese Entdeckungen nach allen Seiten hin wissenschaftliche Untersuchungen hervorgerufen haben; ja, auch die wissenschaftliche Medizin hat Versuche damit angestellt, um zu entdecken, ob etwa unerklärte Krankheiten (z. B. die Cholera) von diesem bisher unbekannt gewesenen Stoff, Ozon, herrühren. — Wir wollen nur beiläufig erwähnen, daß die medizinischen Versuche

bisher noch zu keinem wesentlichen Resultat geführt haben. Nur der englische vortreffliche Chemiker Graham giebt an, daß in Zeiten, wo die Luft ozonhaltig sei und Papiere, mit Jod-Kalium-Kleister bestrichen, blau werden, vornehmlich Katarrhe herrschend sind. — Dafür aber hat dieser Stoff nicht wenig die bedeutendsten Chemiker unserer Zeit beschäftigt, und sowohl Schönbein, wie englische und französische Naturforscher haben sich bemüht, das Geheimniß dieses Stoffes zu enthüllen.

Wir können hier nicht auf die Vermuthungen eingehen, die über die Natur des Ozon aufgestellt worden sind. Man fand eine ganze Masse von Wegen, um das Ozon herzustellen; aber immer mehr vermehrten sich auch die verschiedenen Ansichten darüber, was eigentlich das Ozon sei und wo es stecke, ob im Sauerstoff, ob im Stickstoff der Luft, oder sonst in irgend welchen Theilen. — Erst neuerdings ist der französische Gelehrte de la Rive dahinter gekommen, daß Ozon kein besonderer Stoff ist, sondern nichts, als der Sauerstoff der Luft, der durch eigenthümliche Umstände einen besonderen Zustand annimmt. Die Beweise, die er hierfür gegeben, werden jetzt als vollkommen überzeugend in der Wissenschaft anerkannt, und wir haben so über die Natur des Sauerstoffs ein neues Licht erhalten, dessen Bedeutung in jeder Beziehung (möglicherweise auch in medizinischer) erst die Zukunft wird zu schätzen wissen.

Für jetzt wissen wir nun Folgendes vom Sauerstoff. Im gewöhnlichen Zustande hat er schon eine starke Neigung, sich mit vielen Stoffen zu verbinden; unter gewissen Umständen aber, wie z. B. beim Schütteln mit feuchtem Phosphor, verstärkt sich die Neigung des Sauerstoffs, Verbindungen einzugehen, in hohem Maße. Er bringt chemische Wirkungen hervor, die dem Chlor ähn-

lich sind. In diesem Zustand hat der sonst geruchlose Sauerstoff einen eigenthümlichen Geruch und wird Ozon genannt.

Diese noch ziemlich unbekannten Thatsachen wollten wir unsern Lesern nicht vorenthalten.

XVI. Einiges vom Wasserstoff.

Indem wir hoffen, vom Sauerstoff=Gas in so weit genügend gesprochen zu haben, als ein Einblick in die Chemie für Anfänger erfordert, wollen wir zum zweiten Grundstoff schreiten und vom Wasserstoff=Gas Einiges vorführen.

Der Name dieses Gases mag Vielen unbekannt klingen; aber es kennt Jedermann dieses Gas, denn es kommt ihm viele hundert Male täglich vor Augen. Das Gas unserer Gaslaternen ist Wasserstoff=Gas mit etwas Kohlenstoff vermischt.

Oeffnet man die Röhre einer gewöhnlichen Gasflamme, ohne sie anzuzünden, so strömt nur ein Gas aus, eine Luft, die für das Auge nicht merkbar ist, hält man aber einen brennenden Fidibus darüber, so bewirkt man, daß die Luft um den Fidibus aufflammt, daß sie die nachströmende Luft entzündet, und daß diese Entzündung abwärts weiter geht, bis endlich die Flamme an die Oeffnung der Gasröhre gelangt und hier als Flamme fortbrennt, so lange Gas zuströmt.

Dieses Entzünden der Gasflamme von oben nach unten sieht sich so an, als ob vom Fidibus eine Flamme herabfiele auf die Oeffnung des Gasrohrs und nun dort fortbrenne; bei wenigem Nachdenken wird aber nun Jeder einsehen, daß dies eine falsche Vorstellung ist. —

Wir haben unsere gewöhnlichen Gasflammen als erstes Beispiel vorgeführt, weil es uns darum zu thun ist, zu

zeigen, wie das Wasserstoffgas gar kein uns fremder Stoff ist; allein dieses Leuchtgas ist nicht reines Wasserstoffgas, und wir müssen deshalb solches jetzt näher kennen lernen.

Vor Allem wollen wir nur sagen, woher dieses Gas seinen Namen hat. Das Wasserstoffgas wird darum so genannt, weil es ein Haupt-Bestandtheil des Wassers ist. Alles Wasser in unsern Brunnen, in unsern Flüssen, in Seeen und Meeren, was wir trinken oder sonst gebrauchen, ist nicht ein einfacher Stoff, sondern besteht aus zwei Luftarten, die chemisch mit einander verbunden sind. Die eine Luftart ist Wasserstoff und die andere Sauerstoff.

So unglaublich dies dem Unkundigen auch klingen mag, so wahr ist es dennoch. Wenn man sonst geglaubt hat, daß Wasser ein Urstoff sei und sich sogar noch vor der Schöpfung aller Dinge den Geist Gottes auf den Wassern schwebend dachte, so weiß man jetzt und kann es Jedem zeigen, daß Wasser gemacht werden kann aus den zwei Luftarten, und ebenso, daß man die zwei Luftarten herstellen kann aus Wasser.

Ja, wenn es einmal gelingen wird, diese beiden Luftarten auf billigem Wege aus Wasser herzustellen, so wird die Menschheit einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan haben, denn es wird dann, wie wir später zeigen werden, Heizung, Beleuchtung und Feuerzeug für Küche, Werkstatt und Fabrik so gut wie nichts kosten und hergestellt werden aus einem Eimer Wasser, von dem man sonst immer wähnte, daß es das Gegentheil vom Feuer sei.

Die Art und Weise, wie man Wasserstoff herstellen kann, wird unsern Lesern leicht begreiflich sein. Wasser besteht aus Sauerstoff und Wasserstoffgas, die chemisch verbunden sind. Nun wissen wir aber schon, daß, wenn

man einen Stoff hinzubringt, der größere Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, der Sauerstoff seine bisherige Verbindung verläßt und sich mit dem neuen Stoff verbindet. Dadurch aber wird der Wasserstoff frei und steigt in Form von Luftblasen aus dem Wasser auf. — Da wir bereits wissen, daß das Kalium-Metall eine so außerordentlich starke Neigung hat zum Sauerstoff, so braucht man nur ein Stückchen von diesem Metall in einen Teller mit Wasser zu werfen, um das schöne Schauspiel zu genießen, das wir bereits unsern Lesern vorgeführt haben.

Das Kalium nimmt aus dem Wasser den Sauerstoff an sich und zwar so heftig, daß das Kalium zu glühen anfängt und wie ein leuchtender Funken zischend im Teller umherspringt; hierbei aber steigt die Menge Wasserstoffgas, die früher mit dem Sauerstoffgas verbunden war, aus dem Wasser auf und über dem Teller schwebt eine Menge dieses Gases und würde, weil es ein sehr leichtes Gas ist, aufwärts nach der Stubendecke steigen. Da aber dieses Gas auch brennbar ist, so reicht die Gluth des Kaliums hin, um das Gas anzuzünden, und man sieht bei solchem Versuch gewissermaßen, wie man aus dem Wasser Feuer machen kann.

Das Kalium ist indessen immer noch ein theures Metall, und man kann das Wasserstoffgas weit billiger darstellen. Wenn man eine Handvoll kleiner Eisenstückchen, wie etwa kleine Nägel, in ein Glas wirft, das halb mit Wasser gefüllt ist, so braucht man nur ein wenig Schwefelsäure zum Wasser zuzuschütten, und man wird bald bemerken, wie aus dem Wasser Bläschen aufsteigen, als ob es kochte. Diese Bläschen sind aber nichts, als Wasserstoffgas, das frei wird, weil Eisen im Gemisch mit Schwefelsäure eine sehr starke Neigung hat, sich mit

Sauerstoff zu verbinden, und diese Neigung so stark ist, daß es den Sauerstoff aus dem Wasser entreißt, wodurch der Wasserstoff des Wassers frei wird.

XVII. Anleitung zu einem Versuch.

Man kann das Wasserstoffgas schnell und leicht darstellen, wenn man statt Eisen kleine Stückchen Zink nimmt, und da wir meinen, daß wohl mancher unserer Leser eine Ausgabe von ein paar Groschen nicht scheuen wird, um einen Versuch derart zu machen, so wollen wir möglichst deutlich die Anleitung hierzu geben.

Man nehme eine gewöhnliche Weißbier-Flasche und schütte eine Handvoll kleingeschnittenes Zinkblech hinein, das man bei jedem Klempner billig bekommen kann, da das Zink nicht neu zu sein braucht. Sodann gieße man die Flasche halbvoll mit Wasser und verschaffe sich einen guten, leichtschließenden Pfropfen zu derselben. Durch den Pfropfen aber bohre man mit einem Federmesser oder mit einem glühenden Eisen zwei Löcher, das eine groß genug, um ein längeres, breites Glasrohr durchzustecken, das andere, um ein Stückchen dünneres Glasrohr einschieben zu können. Mit diesem Pfropfen, in welchem die Glasröhren stecken, verschließe man nun die Flasche, und schiebe das längere, breitere Rohr so tief hinein in die Flasche, daß das untere Ende nahe den Boden berührt, wo die Zinkstückchen liegen, während man das dünne Glasröhrchen nur etwa einen Finger breit in die Flasche hineinschiebt und es oben beliebig hoch aus dem Pfropfen hinausragen läßt. Schafft man sich hierzu in einer gewöhnlichen Medizinflasche für einen Groschen Schwefelsäure an, so hat man Alles, was man zu dem Versuche

braucht, der für jeden Lernbegierigen sehr lehrreich sein kann.

Mit einiger Vorsicht kann man aus der Medizinflasche in das längere weitere Glasrohr Schwefelsäure eingießen, die in das Wasser hinabfließt; und wenn man ungefähr den achten Theil der Schwefelsäure hineingethan hat, so halte man damit inne und man wird sofort einen eigenen chemischen Prozeß in der Flasche wahrnehmen.

Vor allem wird das Wasser in der Flasche warm, sodann aber bemerkt man, wie sich an den Zinkstückchen Bläschen ansetzen, wie diese Bläschen sich vermehren und im Wasser aufsteigen, und wie endlich das Wasser sich ansieht, als ob es langsam kochte, und man vernimmt ein Zischen, wie etwa, wenn man frisches Selterserwasser in ein Glas, oder ein wenig Brausepulver in Wasser schüttet. Nach einigen Minuten wird man bemerken, daß durch das kleine Glasröhrchen eine Luftart ausströmt, die eigenthümlich riecht. Die Luftart ist Wasserstoffgas, das in ganz reinem Zustand geruchlos ist, doch in vorliegendem Fall von einigen beigemischten Gasen seinen Geruch erhält.

Was nun in der Flasche vorgeht, ist Folgendes:

Zink hat eine große Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden; allein diese Neigung ist nicht stark genug, um den Sauerstoff dem Wasser zu entreißen. Erst wenn man Schwefelsäure dazu bringt, tritt eine solche Umwandlung des Zinks ein, daß seine Begierde nach Sauerstoff sehr stark wird. Da nun im Wasser Sauerstoff vorhanden ist, so zieht das Zink diesen Sauerstoff an sich und verbindet sich mit demselben, während der Wasserstoff als Gas in einzelnen Bläschen im Wasser aufsteigt und den leeren Raum der Flasche mit Wasserstoffgas ausfüllt. Dieses Gas ist es nun, das aus dem kleinen Röhrchen

ausströmt und immer stärker ausströmt, je stärker die Entwickelung des Gases in der Flasche vor sich geht.

Das ausströmende Gas ist brennbar, d. h. diese Luftart brennt, wenn man sie ansteckt. Allein man hüte sich ja, dies sogleich zu thun, sondern man warte lieber an zehn Minuten und gieße, wenn das Brausen in der Flasche nachläßt, wieder eine kleine Portion Schwefelsäure zu, denn durch allzufrühes Anzünden des Gases kann man leicht ein Unglück anrichten. In der Flasche nämlich war gewöhnliche Luft. Diese Luft enthält, wie wir bereits wissen, Sauerstoff; das also, was zuerst aus der Flasche ausströmt, ist nicht bloßes Wasserstoffgas, sondern ein Gemisch von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas; das aber ist eine gefährliche Luftart, denn wenn man sie anzündet, flammt sie mit einem furchtbaren Knall auf und zersprengt die Flasche derart, daß man sich dabei gefährlich verwunden kann. Erst nach einigen Minuten heftiger Ausströmung ist dies gefährliche Gas, daß man „Knallgas" nennt, fort, und wenn die Strömung unterhalten wird, kommt kein Sauerstoff in die Flasche hinein; man kann daher nach Verlauf von zehn Minuten ganz gefahrlos einen brennenden Fidibus an die Spitze des kleinen Röhrchens halten, und man wird sehen, daß hier eine kleine Flamme erscheint, die schwach bläulich leuchtet und fortbrennt, so lange die Entwickelung des Gases in der Flasche stark genug ist, was auch der Fall ist, wenn man immer etwas frische Schwefelsäure zugießt.

Wir wollen im nächsten Abschnitt zeigen, welch' eine Reihe hübscher Versuche man nun anstellen kann.

XVIII. Weitere Versuche mit Wasserstoffgas und die Kunst, aus Feuer Wasser zu machen.

Wenn man das aus dem kleinen Glasrohr ausströmende Gas ansteckt, so zündet man eigentlich eine Gasflamme an; allein sie brennt nicht leuchtend, wie gewöhnliches Leuchtgas, sondern mit bläulicher Flamme, wie die einer kleinen Spiritus-Lampe. Was dieser Flamme fehlt, um Leuchtgas zu werden, ist Kohle. Macht man daher den Versuch und läßt ein wenig Cigarrenrauch in die Flamme strömen, so wird man sogleich ein Aufleuchten der Flamme gewahren.

So wenig leuchtend aber die Flamme des Wasserstoffgases ist, so heiß ist sie. Wenn die Ausströmung nur ein bischen stark ist, so kann man das Glasrohr, das man erst ein wenig hin und her durch die Flamme zieht, hinein halten und man wird bald gewahren, daß das Glas weich wird, sich ziehen und biegen läßt, so daß man sich beliebig das gerade Glasrohr in verschiedene Formen umbiegen und auch in feine Spitzen ausziehen kann. — Die Hitze der kleinen Flamme reicht also hin, um Glas zum Schmelzen zu bringen, was bei einer gewöhnlichen Lampe nicht der Fall ist.

Hat man aber ein Stückchen Platina-Schwamm zur Hand, so kann man ein eigenthümliches Schauspiel beobachten. Löscht man nämlich die Flamme aus und läßt das Gas heftig ausströmen, so braucht man nur den Platina-Schwamm in den Strom von Wasserstoffgas zu halten und man wird sehen, wie der Schwamm zu glühen anfängt und dabei das Gas wieder anzündet. — Man besitzt daher in einer Flasche Wasserstoffgas und einem Stückchen Platina-Schwamm, das bei jedem Mechanikus käuflich zu haben ist, ein eigenthümliches Feuerzeug, bei welchem man sich überzeugen kann, wie das

kalte ausströmende Wasserstoffgas auf den kalten Platina-Schwamm so einwirkt, daß er ins Glühen geräth und endlich das Gas anzündet.

Die Erklärung dieses Vorganges ist folgende.

Der Platina-Schwamm ist eine außerordentlich fein zertheilte Masse von Platina-Metall. Dieses fein zertheilte Metall fängt im gewöhnlichen Zustand eine außerordentliche Masse von Luft in sich ein, die in den Zwischenräumen des Schwammes sehr verdichtet ist. Da aber diese verdichtete Luft Sauerstoff in sich hat und das Platina-Metall sich nicht leicht mit Sauerstoff verbindet, so findet das hineinströmende Wasserstoffgas viel Sauerstoff vor, mit welchem es sich verbinden kann. — Nun wissen wir ja bereits, daß jede Verbindung mit Sauerstoff Wärme erzeugt. Die Verbindung also vom Wasserstoff und Sauerstoff, die im Schwamm vor sich geht, erzeugt Wärme und wenn sie fortdauert, steigert sich die Wärme derart, daß der Schwamm in Gluth geräth. Daß der glühende Schwamm sodann das Wasserstoffgas anzündet, ist leicht einzusehen.

In der That besteht hierin das Wesen eines Platina-Feuerzeugs, das wohl schon jeder unserer Leser gesehen haben wird. In einem solchen Feuerzeug befindet sich ein Glas, worin Wasser und Schwefelsäure ist. Zugleich ist in dies Schwefelsäure-Wasser eine kleine Glasglocke eingetaucht, in welcher sich ein Zinkkolben befindet. So oft nun der Zinkkolben angefeuchtet wird mit dem gesäuerten Wasser, entwickelt sich in der Glasglocke Wasserstoffgas. Oeffnet man nun oben einen Hahn, aus welchem das Wasserstoffgas aus der feinen Spitze eines Röhrchens ausströmen kann, so geht dieser Strom Wasserstoffgas auf ein Stückchen Platina-Schwamm, das in der Nähe aufgestellt ist, wodurch der Schwamm zu glühen anfangt

und das Gas anzündet. — Wer ein solches Platina-Feuerzeug aus der Blechbüchse, worin es meist steht, heraushebt und mit einigem Nachdenken beobachtet, der wird viel Interessantes und Lehrreiches mit Leichtigkeit herausfinden.

Kehren wir aber nun zu unserm Versuch zurück, so kann man noch manche lehrreiche Beobachtung dabei anstellen.

Wenn man das Wasserstoffgas anzündet, so bemerkt man, daß es in der Flasche nicht brennt, sondern erst, wenn es ausgeströmt ist und mit der Luft in Berührung tritt. Hieraus kann man entnehmen, daß das Wasserstoffgas nur brennt, wenn Sauerstoff zugegen ist, wie das in der Luft der Fall ist, oder richtiger; Wasserstoffgas verbrennt, indem es sich mit Sauerstoffgas verbindet.—

Was aber wird aus dieser Verbindung?

Nun, das wollen wir sogleich sehen.

Man halte über die kleine Gasflamme ein großes langes Weißbierglas, das man inwendig und auswendig recht trocken ausgewischt hat, und zwar halte man das Glas umgekehrt, so daß die Gasflamme inwendig ist, wie etwa eine Lampenflamme im Cylinder. Nach einer Weile wird man bemerken, daß das Glas inwendig zu beschlagen anfängt, als hätte man hineingehaucht. Das Glas wird inwendig feucht, ja bei geeigneter Vorrichtung kann man es sogar soweit bringen, daß sich Tropfen zu sammeln anfangen, und endlich das Wasser an den Wänden des Glases herabfließt.

Wo kommt dieses Wasser her?

Es rührt von der Verbindung des ausströmenden Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Luft her. Beim Verbrennen des Wasserstoffs also verbindet sich dieser mit Sauerstoff und bildet W a s s e r.

XIX. Die Haupt-Kunststücke der Chemie.

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt durch den Versuch gezeigt, wie sich Wasser bildet, oder richtiger, wie man Wasser machen kann. Man stellt es her, indem man Wasserstoffgas in der Luft verbrennen läßt, welche Sauerstoff enthält; der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff und beide zusammen werden Wasser. Dieses Wasser würde sofort sichtbar sein, wenn es nicht durch die Hitze der Flamme in Dampf verwandelt wäre. Erst wenn dieser Dampf sich auf der inwendigen Fläche des Bierglases niedergeschlagen hat, erscheint er in tropfbarer Gestalt und wird wirkliches Wasser, das seiner Natur nach nicht im mindesten etwas Anderes ist, als alles Wasser in der Welt.

Bei diesem interessanten Versuch kann man so recht sehen, was die Chemie alles machen kann, oder richtiger: man kann beobachten, worin denn eigentlich die Haupt-Kunststücke der Chemie bestehen. Sie bestehen im Zerlegen und im Zusammensetzen der Körper.

Erst haben wir bei unserm Versuch das Wasser in der Bierflasche zerlegt. Wir haben seine beiden Bestandtheile getrennt; den Sauerstoff haben wir zum Zink gehen lassen und den Wasserstoff ließen wir ausströmen. Dadurch ist ein Theil Wasser vernichtet worden. Wer eine sehr empfindliche Waage hat und die Flasche auf eine solche stellt, der wird bemerken, wie die Flasche immer leichter wird, je mehr Gas ausströmt. Wer sehr genau messen kann, wie hoch das Wasser in der Flasche steht, der wird durch gute Instrumente bemerken, daß das Wasser in der Flasche immer weniger wird. Also in der Flasche geht eine Zerlegung des Wassers vor sich. Zündet man aber das Wasserstoffgas an und hält, wie wir gezeigt haben, das Bierglas darüber, so bewirkt man das zweite Kunst-

stück der Chemie. Man schafft eine Zusammensetzung des Wassers. Man nimmt den Wasserstoff aus der Flasche und den Sauerstoff aus der Luft und macht gerade ebensoviel Wasser, wie man in der Flasche vernichtet hat.

Die wirklichen Chemiker sind mit außerordentlich feinen Instrumenten versehen und sind im Stande, Jedem, der sich davon überzeugen will, zu beweisen, daß nicht das kleinste Atom Wasser dabei verloren geht, sondern genau so viel Wasser, wie in der Flasche zerlegt wird, genau so viel Wasser wird bei der Verbrennung des Wasserstoff-Gases gebildet.

Man kann aber mit dem Wasserstoffgas noch sehr interessante Versuche anstellen. Das Wasserstoffgas ist eine Luftart, die vierzehn Mal leichter ist als die gewöhnliche Luft. Das Gas steigt daher in gewöhnlicher Luft nach oben. Wenn man nun ein dünnes Gutta-Percha-Rohr über das kleine Glasrohr zieht und das Gas durch das Gutta-Percha-Rohr stark ausströmen läßt, so braucht man nur das Ende des Gutta-Percha-Rohrs in gewöhnliches Seifenwasser zu tauchen, um Seifenblasen zu bekommen, wie sie die Kinder zu ihrem Ergötzen machen. Eine solche Seifenblase ist nun mit Wasserstoffgas gefüllt, und da dies Gas viel leichter ist als die Luft, so steigt die Blase ohne Weiteres gerade aufwärts bis zur Stubendecke und im Freien so hoch auf, daß sie dem Auge entschwindet. In einer solchen Spielerei hat man das ganz richtige Bild eines Luftballons. — Die Luftballons, deren Aufsteigen immer ein gern gesehenes Schauspiel ist, sind ebenfalls nur mit Wasserstoffgas gefüllt. Je größer sie sind, um so stärker ist ihr Bestreben, sich in die Luft zu erheben, und deshalb sind große Ballons im Stande, bedeutende Lasten, wie ein Schiffchen mit einer ganzen Masse von Menschen, mit in die Höhe zu nehmen und

eine Luftfahrt mitmachen zu lassen. — Eine mit Wasserstoffgas gefüllte Seifenblase ist also in Wirklichkeit nichts anderes, als ein kleiner Luftballon.

Kommt man mit einem Lichte solcher Seifenblase nahe, so entzündet sie sich mit einem leichten Knall. Macht man aber solche Seifenblasen gleich zu Anfang, ehe noch die Flasche von der gewöhnlichen Luft entleert ist, so befindet sich in der Seifenblase die Mischung von Sauerstoffgas und gewöhnlicher Luft, die man Knallgas nennt, und zündet man solche Seifenblase, wenn sie in der Stube herumfliegt, an, so platzt sie mit einem so heftigen Knall, als ob eine Pistole abgeschossen würde.

Aber nicht zur bloßen Spielerei kann man das Knallgas gebrauchen, sondern eine Mischung von reinem Sauerstoff mit Wasserstoffgas, die das eigentliche Knallgas bildet, giebt beim Entzünden eine so ungeheure Hitze, daß in der Flamme dieses Knallgases Stahl und Eisenstücke wie Fidibusse wegbrennen, die härtesten Gegenstände, und selbst Kalk, der in keiner Weise bisher konnte durch Feuer angegriffen werden, zum Schmelzen gebracht werden können.

Läßt man einen brennenden Strom von solchem gemischten Gas auf ein Stückchen Kreide strömen, so fängt es an, weißglühend zu werden und verbreitet ein so helles Licht, daß es fast die Augen blendet, gleich einem Strahl des Sonnenlichts. — Außer dem elektrischen Licht ist das Knallgaslicht, das man auch Wasser-Sauerstoff-Licht, oder mit dem griechischen Namen Hydro-Oxygen-Gas-Licht nennt, das hellste, das man künstlich erzeugen kann.

XX. Was denn eigentlich Wasser ist und was man aus einem Glase Wasser machen kann.

Nunmehr wird es Jeder unserer Leser einsehen können, was eigentlich Wasser ist. — Wasser ist nichts anderes als verbranntes Wasserstoffgas! —

Freilich klingt dies sehr sonderbar und der Unkundige glaubt, daß es nur eine Art Gelehrtenwitz sein soll; aber es ist nicht so. Es ist in Wahrheit alles Wasser in der Welt gar nicht anders möglich, als daß es auf ähnliche Weise entstanden ist, als daß ehedem nur zwei Bestandtheile existirten, zwei Luftarten, Wasserstoff und Sauerstoff, und erst, als der Wasserstoff in der Mischung mit Sauerstoff verbrannte, bildete sich Wasser.

Welche Wichtigkeit diese Erkenntniß aber für die praktische Welt hat, ist wahrlich kaum zu beschreiben.

In einem einzigen Glase Wasser ist eine so ungeheure Masse von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas verdichtet, daß man mit diesen Gasen vollständig einen Tag lang ein Zimmer heizen und beleuchten kann. Heizung und Beleuchtung, die so außerordentlich viel kosten, würden in der Welt gar keine Ausgabe mehr verursachen, wenn man nur im Stande wäre, das Wasser auf billige Weise in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen und einen Ballon Wasserstoffgas und einen Ballon Sauerstoffgas daraus zu machen. Könnte man dies, so brauchte man nur durch ein Rohr das Wasserstoffgas in den Ofen ausströmen zu lassen und das Gas anzuzünden. Schon bei Zutritt der gewöhnlichen Luft würde der Ofen so heiß werden, daß er übermäßige Wärme erzeugen würde. Zur Beleuchtung brauchte man nur aus einem Rohre Wasserstoffgas ausströmen und durch diesen Strom einen Strom Sauerstoffgas fließen zu lasser, und man brauchte nur in der

Flamme dieses gemischten Gases ein Stückchen Kreide anzubringen, um ein Licht zu erhalten, wie es keine Lampe in der Welt verbreiten kann.

Warum aber thut man dies nicht? Wo liegt das Hinderniß?

Das Hinderniß liegt darin, daß die Chemie noch nicht so weit ist, auf billigem Wege das Wasser zu zersetzen; oder richtiger, die Chemie ist noch nicht so weit, die Stoffe, die dazu verbraucht werden, wiederum mit Leichtigkeit herzustellen.

Wir haben gesehen, daß man Zink in die Flasche thun mußte, woraus wir Wasserstoffgas entwickelt haben. Sodann wurden wir genöthigt, Schwefelsäure zuzugießen, und erst mit Hülfe dieser Stoffe konnten wir dem Wasser, das freilich gar nichts kostet, seinen Wasserstoff entreißen. Aber Zink und Schwefelsäure kosten Geld und diese, die dabei verloren gehen, machen das Wasserstoffgas theuer.

Wie aber, wird der denkende Leser fragen, können Zink und Schwefelsäure verloren gehen? Sie stecken ja doch in der Flasche! Wo bleiben denn diese Stoffe?

Das ist ganz richtig, sie gehen auch nicht verloren. Zink und Schwefelsäure sind und bleiben in der Flasche, und es kommt zu ihnen noch etwas zu, nämlich der Sauerstoff des Wassers. Aber diese Stoffe verbinden sich chemisch, verwandeln sich und bilden einen neuen Stoff, der bei weitem nicht so viel werth ist, als der Zink und die Schwefelsäure gekostet haben.

Aus dem Zink, der Schwefelsäure und dem Sauerstoff des Wassers ist nämlich etwas ganz Neues und Eigenthümliches geworden, das man schwefelsaures Zink-Oxyd nennt.

Wenn man nämlich den Versuch gemacht und eine tüchtige Masse Wasserstoffgas aus der Flasche hat strö-

men lassen, so wird man bemerken, daß der Zink verschwunden ist. Es werden nur einige schwarze Flöckchen im Wasser herumschwimmen, die unreine Beimischungen des Zinks sind. Der Zink wird völlig unsichtbar sein. — Will man nun wissen, wo er hingekommen ist, so muß man die Flüssigkeit in der Flasche durch ein reines Läppchen oder Fließpapier gießen, so daß man in einem Glase eine reine Flüssigkeit erhält, die wie Wasser aussieht. Dieses Wasser läßt man langsam kochen, oder man stellt es an eine heiße Stelle, z. B. in die heiße Röhre, und läßt die Flüssigkeit ruhig eindampfen; dann bemerkt man bald, daß Krystalle entstehen, eine Art langwürfliches Salz, das eben nichts anderes ist, als schwefelsaures Zinkoxyd, das man im gewöhnlichen Leben weißen Vitriol nennt. — Dieses Salz aber kann man nicht recht verwenden, um es werthvoll zu machen, und dadurch geht bei der Bereitung des Wasserstoffs viel Geld verloren, so daß der Wasserstoff aus Wasser noch zu theuer ist, obgleich das Wasser gar nichts kostet.

Freilich wird mancher Leser fragen: kann man denn dieses Salz nicht auf chemischem Wege zerlegen, so daß man daraus wieder Zink und Schwefelsäure erhält, und diese beiden Stoffe wiederum benutzen kann zur Erzeugung von Wasserstoffgas?

Wohl kann man das; aber zu dieser Zerlegung braucht man wieder andere Stoffe, die theuer, ja noch theurer sind als Zink; es lohnt sich also nicht, diese Zerlegung vorzunehmen.

Durch zwei Erfindungen könnte man hier der Welt eine unendliche Wohlthat erweisen und seinen Namen in der Menschheit verewigen. Entweder, es erfindet Jemand, wie man das schwefelsaure Zinkoxyd zu irgend etwas Nützlichem und Einträglichem verwenden kann; oder es

entdeckt Jemand, wie man aus diesem Salz billig wieder Zink und Schwefelsäure macht.

Man glaube aber ja nicht, daß die Wissenschaft still steht oder gar umkehrt; sie schreitet trotz aller frommen Weltbeglücker vorwärts, und ohne Zweifel wird man einmal mit Wasser heizen und beleuchten, wenn man dazu vielleicht auch einen andern Weg einschlagen wird als den, welchen wir eben besprochen haben.

Einige Andeutungen über diesen Weg wollen wir im nächsten Abschnitte darlegen.

XXI. Eine wichtige Erfindung zur billigsten Heizung und Beleuchtung.

Da man noch nicht dazu gelangt ist, auf chemischem Wege billiges Wasserstoffgas herzustellen, so hat man die Hoffnung auf zwei andere Arten der Herstellung gerichtet, die allem Anschein nach dem Gelingen nahe sind.

Die eine Art gründet sich darauf, durch große Hitze Wasser zu zersetzen und Wasserstoffgas zu erzeugen; die andere auf die Anwendung von Electricität zu diesem Zwecke.

Man hat schon vor längerer Zeit die Beobachtung gemacht, daß, wenn man mit einer Feuerspritze (mit der man bekanntlich nicht Feuer, sondern Wasser spritzt), wenn man mit einer solchen Spritze mitten in einen bedeutenden Häuserbrand hineinspritzte, um das Feuer zu löschen, dies nicht nur wirkungslos blieb, sondern die Flamme meist noch vergrößerte. Diese Erfahrung bewirkte, daß man bei Feuersbrünsten nur die noch nicht von heftigen Flammen angegriffenen Theile zu löschen versucht, den hell aufflammenden Theil aber seinem Schicksal überläßt.

Wie man in neuerer Zeit erkannt hat, beruht diese Beobachtung auf richtigen Thatsachen. Der Grund dieser Erscheinung ist folgender:

Brennende Gegenstände werden nur deshalb durch Wasser gelöscht, weil das Wasser die Gegenstände abkühlt und ihnen die nöthige Wärme benimmt, welche sie zur Verbrennung brauchen. Aus demselben Grunde geht auch ein Licht aus, wenn man hineinbläst, denn die kalte Luft kühlt das brennende Licht ab und verhindert daher sein Weiterbrennen; aber eben so gut, wie man einen glimmenden Docht anblasen kann zur hellen Flamme, wenn man ihm gerade sehr viel Luft, also auch Sauerstoff zuführt, der das Verbrennen begünstigt, eben so geht es mit Wasser.

Wenn man einen Strahl Wasser in einen sehr bedeutend glühenden Brand hineinspritzt, so verwandelt die große Hitze das Wasser zuerst in Dampf, bevor es noch den brennenden Gegenstand berührt. Der Dampf aber erleidet, wenn die Hitze stark genug ist, eine solche Ausdehnung, daß die zwei Grundstoffe des Wassers ihre chemische Verbindungskraft verlieren, und so kommt statt des Wassers nur Sauerstoff und Wasserstoff in den Brand hinein, und dies vermehrt die Flamme, statt sie zu löschen.

Daß man durch Wasser gerade das Feuer befördern kann, das wissen schon viele Feuerarbeiter. Der Schmied, der Schlosser, der im Steinkohlenfeuer sein Eisen glühend macht, bespritzt die Steinkohlen mit Wasser, bevor er seinen Blasebalg zieht; denn die große Hitze, mit welcher die Steinkohle verbrennt, wenn recht viel Luft, also Sauerstoff dem Blasebalg entströmt, reicht hin, einen Theil des Wassers zu zersetzen und es in seine Bestandtheile zu zerlegen, die dem Feuer so günstig sind. Ja,

diejenigen, die mit Koaks heizen, wissen auch schon, daß es gut ist, wenn sie nassen Koaks in den Ofen werfen, sobald nur das Feuer im Ofen recht weißglühend brennt, und so geschieht in der That schon theilweise eine Benutzung des Wassers als Feuerungs-Material; denn der nasse Koaks brennt wirklich besser, sobald er in einen Ofen geworfen wird, wo bereits der früher angezündete Koaks in vollster Flamme ist.

Auf diesem Prinzip beruht eine Erfindung, die man jetzt in Nordamerika auszubeuten trachtet und von deren Gelingen bereits in den Zeitungen Vieles mitgetheilt worden ist. Die eigentliche Art der Einrichtung ist noch nicht bekannt; aber im Allgemeinen beruht sie — laut allen Anzeichen — darauf, daß man einen dünnen Wasserstrahl zwischen weißglühende Eisenplatten strömen läßt, deren Hitze nicht nur groß genug ist, das Wasser in Dampf zu verwandeln, sondern auch diesen Dampf so auszudehnen, daß die chemische Verbindung zwischen dem Wasserstoff und Sauerstoff des Dampfes aufgehoben wird. Hierdurch wird nun das Wasserstoffgas frei und durch eigene Vorrichtungen, die noch nicht bekannt sind, wird das Wasserstoffgas weitergeleitet, um zur Verbrennung zu dienen. Falls wirklich diese bedeutende Erfindung sich bewährt, so beruht die Hauptsache nicht auf der Herstellung des Wasserstoffgases, sondern auf der Art und Weise, wie dabei eine Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff verhütet wird, da eine solche Verbindung, bei welcher das Eisen sich in Rost verwandelt, die Herstellung des Wasserstoffgases vertheuern würde.

Obwohl wir nun noch nicht sagen können, ob diese Erfindung wirklich die große Aufgabe löst oder nicht, so steht doch so viel fest, daß in ihr ein bedeutender Fortschritt schon gemacht sein muß, da gut unterrichtete Be-

richterstatter außerordentliche Hoffnungen daran knüpfen. Es wird von diesen behauptet, daß man mit dieser Erfindung bereits so weit sei, daß man hinlängliches Gas zur Heizung und Beleuchtung eines Zimmers für zehn Pfennige täglich herstellen könne, was in der That ganz außerordentlich billig wäre.

In England hat man indessen den andern Weg zur Herstellung billiger Beleuchtung eingeschlagen, der eigentlich der chemisch-elektrische ist und gerade nicht ganz zu unserm Thema gehört. Wir wollen jedoch der Wichtigkeit halber, die man dieser Erfindung zuschreibt, einen kurzen Abriß derselben unsern Lesern vorführen.

XXII. Von der Zerlegung des Wassers auf elektrischem Wege. — Galvanische Vergoldungen und Versilberungen.

Schon seit langer Zeit sind die Naturforscher der Ansicht, daß Chemie und Elektrizität sehr nahe verwandt sind; in neuerer Zeit ist man sogar mit Recht auf den Gedanken gekommen, daß die chemische und elektrische Thätigkeit aus einer und derselben Kraft und Eigenschaft der Körper entspringen.

Um nun von der Zersetzung des Wassers in seine Grundbestandtheile zu sprechen, so haben wir bereits gezeigt, wie man diese Zersetzung auf chemischem Wege herstellen kann; wir wollen jetzt in möglichst faßlicher Weise zeigen, wie man dieselbe Zersetzung des Wassers auf elektrischem Wege bewerkstelligt.

Man nehme ein Stük Lampen-Cylinder und verschließe das eine offene Ende mit einem Stückchen Schweinsblase, so daß der Cylinder eine Art Becher bildet, in den man Wasser hineingießen kann. In diesen Becher stelle man

ein Stück Zinkblech, woran man ein Stück Kupferdraht angelöthet, oder sonst gehörig befestigt hat. Diesen künstlichen Becher mit dem Stück Zink darin stelle man in ein gewöhnliches Bierglas, setze aber auch in das Bierglas ein Stück Kupferblech, an welchem ebenfalls ein langer Kupferdraht befestigt ist.

Nun gieße man in den künstlichen Becher und in das Bierglas eine Partie Wasser, so daß sie beide fast voll sind. Wenn das geschehen ist, gieße man in den künstlichen Becher, worin das Zinkblech steht, ein wenig Schwefelsäure, und in das Bierglas, worin das Kupferblech steht, werfe man etwas Kupfervitriol.

In diesem sehr billig herzustellenden Apparat besitzt man eine elektrisch-galvanische Maschine. Mit solchen Apparaten kann man galvanische Versilberungen, galvanische Vergoldungen bewerkstelligen; solche Apparate werden zur elektrischen Telegraphie benutzt und zugleich kann man mit diesen bedeutende chemische Wirkungen hervorbringen. Wir wollen ein anderes Mal über diesen Apparat unsern Lesern weitern Bericht abstatten; für jetzt mag es genügen, darzuthun, daß man mittelst mehrerer solcher Maschinen im Stande ist, Wasser in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen.

Wenn man nämlich die Enden der beiden Drähte in eine Tasse mit Wasser hineinlegt, ohne daß die Drähte sich berühren, so bewegt sich ein elektrischer Strom durch die Drähte und das Wasser; und dieser Strom hat die Eigenschaft, das Wasser in der Tasse chemisch zu zerlegen. Wenn man den einen Draht, der an der Zinkplatte befestigt ist, den positiven Pol, und den Draht, der an der Kupferplatte befestigt ist, den negativen Pol nennt, so bemerkt man, daß an beiden Drähten, sobald sie im Wasser liegen, sich kleine Luftbläschen ansetzen, und fängt man

diese Luftbläschen in geeigneten Apparaten besonders auf, so findet es sich, daß die am positiven Pol, also am Zink-Ende, reines Sauerstoffgas, während die am negativen Pol, am Kupferende, reines Wasserstoffgas sind.

Eine ausführliche Beschreibung dieser Erscheinung würde uns zu weit führen; wir müssen uns bis jetzt mit der einfachen Thatsache begnügen, daß durch den Apparat, die Drähte und das Wasser ein elektrischer Strom sich bewegt, und dieser Strom hat die Eigenschaft, chemische Verbindungen aufzuheben, so daß die chemische Verbindung des Sauerstoffs und Wasserstoffs im Wasser, das sich in der Tasse befindet, gelöst wird, und zwar derart gelöst, daß das Zinkende den Sauerstoff anzieht und das Kupferende den Wasserstoff.

Es läßt sich nun denken, daß ein ganzes System von solchen Apparaten hinreichen würde, große Massen Wasser zu zersetzen, und somit hätte man wieder einen Weg, Licht und Wärme aus dem Wasser herzustellen.

Allein auch hier sind die Kosten viel zu hoch, um diesen Weg praktisch zu machen. Denn das Zinkblech, das in der verdünnten Schwefelsäure steht, geht dabei verloren, indem es, ganz wie in der Flasche, die wir bereits kennen, sich in das werthlose schwefelsaure Zinkoxyd verwandelt. Nur wenn man einen solchen elektrischen Strom billig erzeugen kann, nur dann wäre die elektrische Wasserzersetzung eine große Wohlthat. — Diese große Aufgabe haben sich mehrere Engländer gestellt, und von Zeit zu Zeit hört man die Versicherung, daß dieselbe ihnen zum Theil gelungen sei.

Der elektrische Apparat hat aber, wenn er stark genug ist, noch eine besondere wunderbare Eigenschaft, und die besteht in Folgendem: Wenn man zwei zugespitzte Stückchen Kohle auf die Drahtenden steckt und sie aneinander

bringt, so entsteht zwischen ihnen ein glänzendes Licht, das man das elektrische Licht nennt, welches so außerordentlich stark leuchtet, daß man es Meilen weit sehen kann.

Die schöne Erscheinung des elektrischen Lichtes wird oft für Geld gezeigt, ist aber auch noch nicht praktisch und zwar ebenfalls, weil zu viel Zink dabei verloren geht. In neuester Zeit hat man in England statt des Zinks Eisen angewendet, und ein Chemiker hat die Entdeckung gemacht, das man dieses verloren gehende Eisen zur Herstellung vorzüglicher Farben benutzen und also verwerthen kann. Wenn sich dies bestätigt, so wäre man dem Ziel, in billiger Weise Wasser zu zersetzen, gleichfalls sehr nahe.

XXIII. Etwas vom Stickstoff.

Wir wollen nunmehr einen neuen chemischen Stoff kennen lernen, der in der Natur, und namentlich in unseren Nahrungsstoffen eine große Rolle spielt.

Dieser neuer Stoff heißt: Stickstoff.

Wie sieht wohl eine Flasche voll Stickstoff aus? Was hat der Stickstoff für Geruch? was für Farbe?

Der Stickstoff ist von Ansehen weder vom Sauerstoff, noch vom Wasserstoff zu unterscheiden. Der Stickstoff ist eine Luftart, die ganz wie die gewöhnliche Luft aussieht, denn die gewöhnliche Luft besteht eben zum größten Theil aus Stickstoff. Eben so wenig hat der Stickstoff einen Geruch oder irgend welche Farbe, und doch werden wir bald sehen, daß seine chemischen Verbindungen sowohl mit dem Sauerstoff wie mit dem Wasserstoff ganz merkwürdige Flüssigkeiten herstellen, die zu den eindringlichsten und schärfsten gehören, die die Chemie hervorbringen kann.

Man kann sich außerordentlich leicht ein Glas voll Stickstoff herstellen. Unsere Luft besteht nämlich aus einem Gemisch von einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff, oder genauer: in hundert Kubikfuß Luft sind immer 21 Kubikfuß Sauerstoffgas und 79 Kubikfuß Stickstoffgas enthalten. Man braucht daher nur aus einem mit Luft gefüllten Gefäß den Sauerstoff fortzunehmen, so bleibt in demselben nur der Stickstoff übrig.

Wenn man daher auf einem flachen Teller mit Wasser einen breiten Pfropfen schwimmen läßt und auf diesen ein Stück Schwamm hinlegt, das mit Spiritus getränkt ist, so braucht man nur den Schwamm anzuzünden und ein Bierglas umgekehrt über den Pfropfen in den Teller hineinzustellen, um sofort ein Schauspiel eigener Art zu haben.

Die Luft, die im Glase war, bestand aus einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff. Der Spiritus aber, der im innern Raum des Glases eine kurze Zeit brennt, verbindet sich dabei mit dem einen Theil Sauerstoff, der im Glase ist, so daß nur die vier Theile Stickstoff in demselben übrig bleiben. Da aber nun ein Fünftel der Luft im Glase verzehrt ist, so wird man bald bemerken, daß das Wasser im Glase zu steigen anfängt und gerade ein Fünftel vom Raum des Glases sich mit Wasser füllt. Sobald dies geschehen ist, erlischt die Flamme des Schwammes, selbst wenn noch unverbrannter Spiritus d'ran ist, und zeigt uns, daß in der übrig gebliebenen Luft des Glases eine Verbrennung nicht mehr möglich ist.

Bringt man durch irgend welche Vorrichtung ein Thier in den Raum dieses Glases, so erstickt es in demselben ganz in der Zeit, als wenn im Glase gar keine Luft wäre. Die Luft, die jetzt im Glase ist, ist also nicht zur Ath-

mung brauchbar, und weil die Thiere in dieser Luft ersticken, nennt man diese Luftart Stickstoff.

Vergleichen wir nun einmal die drei Luftarten oder die chemischen Stoffe, die wir jetzt kennen gelernt haben, mit einander, so finden wir Folgendes:

Der Sauerstoff an sich ist keine brennbare Luft; aber er befördert die Verbrennung, d. h. es verbrennen die Körper lebhafter, wenn sie in Sauerstoff gebracht werden. Das Wasserstoffgas befördert die Verbrennung nicht, und ein brennender Körper, der in ein Gefäß mit Wasserstoffgas gebracht wird, erlischt; aber das Wasserstoffgas selber ist brennbar und brennt, wenn es in der Luft angezündet wird. Der Stickstoff dagegen ist weder brennbar, noch brennen die Körper fort in einem Gefäße mit Stickstoff.

Man kann sich den Stickstoff auch auf anderem Wege bereiten. Wenn man in eine Flasche ein wenig Wasser gießt, sodann eine Stange Phosphor an einem Pfropfen befestigt und mit diesem Pfropfen die Flasche so zustöpselt, daß die Stange Phosphor in die Flasche hinabhängt, so braucht man diese Flasche nur an 24 Stunden stehen zu lassen, um in derselben reines Stickstoffgas zu haben. Die Erklärung dieser Erscheinung ist folgende: In der Flasche befand sich gewöhnliche Luft, d. h. eine Mischung von vier Theilen Stickstoff- und einem Theil Sauerstoffgas. Der Phosphor aber hat eine große Neigung, sich chemisch mit Sauerstoff zu verbinden; dies geschieht, wenn der Phosphor nicht erhitzt wird, sehr langsam, so daß etwa erst in vierundzwanzig Stunden aller vorräthige Sauerstoff sich mit Phosphor verbunden hat. Hieraus entsteht in der Flasche zwar ein neuer Stoff, die Phosphorsäure; aber diese Phosphorsäure, die wie ein weißer matt leuchtender Nebel aussieht, verbindet sich mit dem Wasser, das auf dem Boden der

Flasche ist, und in der Flasche selber bleibt nur reiner Stickstoff übrig.

Der Stickstoff ist in der Natur außerordentlich stark verbreitet, da schon vier Fünftel der Luft aus Stickstoff bestehen; in den Pflanzen und Thieren bildet dieser Stoff das Hauptnahrungsmittel, denn nur stickstoffhaltige Speisen vermögen Fleisch hervorzubringen. Es ist dieser Stoff aber ganz eigenthümlich in seinen Verbindungen, und deshalb wollen wir ihn jetzt etwas näher betrachten.

XXIV. Die chemische Trägheit des Stickstoffes und deren wohlthätige Folgen.

Das eigenthümliche chemische Verhalten des Stickstoffs besteht darin, daß er so gut wie gar keine Lust hat, sich mit irgend einem Körper zu verbinden.

Wir wissen, daß feucht gewordenes Eisen eine große Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden, und aus dieser Verbindung entsteht der Rost. Desgleichen haben viele Metalle die Neigung, Verbindungen mit Sauerstoff einzugehen. Einzelne von ihnen sind sogar so kräftig in dieser Neigung, daß sie sich den Sauerstoff herausholen aus andern Körpern, mit denen er bereits verbunden ist. — Ebenso giebt es Luftarten, die Lust haben, sich mit Wasserstoff zu verbinden, obgleich dies schon schwieriger vor sich geht. Der Stickstoff dagegen ist ein höchst gleichgültiger Stoff, der nur unter ganz besonderen Umständen dazu gebracht wird, eine chemische Verbindung mit andern Stoffen einzugehen.

Für das Leben der Menschen und Thiere ist dieser Umstand von der höchsten Wichtigkeit. Wir athmen in einemfort Luft ein und benutzen eigentlich nur das eine Fünftel Sauerstoff, das darin ist; die vier Theile Stick-

stoff aber, die wir bei dieser Gelegenheit mit in unser Lungen aufnehmen, würden, wenn im Stickstoff eine Neigung vorhanden wäre, sich chemisch zu verbinden, eine wesentliche Störung in unserm Körper verursachen; so aber, da der Stickstoff so träge ist, wird er wieder aus unserm Körper entfernt, ohne irgendwie eine Rolle darin zu spielen.

Seine Anwesenheit in der Luft hat aber den Vortheil, daß wir mit jedem Athemzuge nur eine kleine Portion Sauerstoff aufnehmen, wodurch die Lebensthätigkeit in uns gemäßigt und geregelt wird. Denn da der Sauerstoff, den wir einathmen, eine Verbindung mit dem Kohlenstoff unseres Körpers eingeht, wodurch eine Art langsamer Verbrennung im Körper stattfindet, welche die Leibeswärme erzeugt, so läßt es sich leicht einsehen, daß das Athmen von viel Sauerstoff einen höheren Hitzegrad und eine größere Thätigkeit des Lebens hervorrufen müßte, als für die Erhaltung unseres Körpers gut ist. In der That haben Versuche gezeigt, daß Thiere und Menschen, die man nur reines Sauerstoffgas einathmen ließ, einen sehr beschleunigten Puls bekamen und von einer Eingenommenheit des Kopfes befallen wurden. — Der Stickstoff bewirkt also in der Luft eine Verdünnung des Sauerstoffs, die für den gesunden Athem nothwendig ist.

Wir haben es bereits gesagt, daß der Stickstoff in der Luft mit Sauerstoff gemischt ist; wir müssen dies jetzt besonders hervorheben, um den Irrthum zu meiden, diese Mischung als eine chemische Verbindung anzunehmen. Wir nehmen hierbei die Gelegenheit wahr, auf den wichtigen Unterschied einer chemischen Verbindung und einer bloßen Mischung aufmerksam zu machen.

Wenn man Milch in den Kaffee schüttet, so ist das nur eine Mischung, die man vorgenommen. Es verändert

sich hierdurch weder die Natur der Milch noch die des Kaffees. Wenn man aber Wasser in Schwefelsäure schüttet, so ist dies schon eine chemische Verbindung, die man hervorbringt, denn die Natur des Wassers und die der Schwefelsäure werden hierdurch wesentlich verändert. Diese chemische Veränderung giebt sich schon in vielen Dingen kund. Vor Allem entsteht nach dem Hineinschütten des Wassers in die Schwefelsäure ein hoher Grad von Hitze. Die zusammengegossenen Flüssigkeiten, von denen jede früher kalt war, werden so heiß, daß oft das Glasgefäß, worin sie sich befinden, entzweispringt, wie wenn man heißes Wasser plötzlich in ein kaltes Glas gießt. Das allein ist schon ein Zeichen, daß hier etwas andres vorgeht als eine bloße Mischung; es kommen aber noch andere Umstände dazu, die dies bestätigen.

Wenn man genau ein Quart Wasser und ein Quart Schwefelsäure zusammengießt, so sollte man glauben, daß sie beisammen zwei Quart Flüssigkeit ausmachen müßten, das ist aber nicht der Fall. Sie geben zusammengegossen w e n i g e r als zwei Quart. Es geht hieraus hervor, daß sie sich gegenseitig durchdringen, verdichten und etwas Neues bilden, was sie früher nicht gewesen sind. Und in der That ist dies der Fall. Die Natur der verdünnten Schwefelsäure ist anders als die Natur des Wassers und der unvermischten Schwefelsäure. Wir haben gesehen, daß die verdünnte Schwefelsäure Zink auflöst; das kann aber weder die reine Schwefelsäure noch das reine Wasser; nur ihre Mischung kann das, und dies ist Beweis genug, daß sie nach ihrem Zusammengießen etwas ganz anderes geworden sind.

U n d d a s i s t d a s W e s e n t l i c h e d e r c h e m i s c h e n V e r b i n d u n g, d a s s i e v o n d e r b l o ß e n M i s c h u n g u n t e r s c h e i d e t.

Wenn wir nun sagen, daß die gewöhnliche Luft aus Stickstoff und Sauerstoff besteht, so verstehen wir nicht darunter, daß sie eine chemische Verbindung ausmacht, sondern daß sie nur eine bloße Mischung dieser beiden Luftarten ist. Wie ganz anders aber eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff ist, wie sich in einer solchen chemischen Verbindung etwas ganz Neues bildet, das nicht die mindeste Aehnlichkeit mehr mit beiden Stoffen hat, das werden uns die Leser schon glauben, wenn wir ihnen sagen, daß diese Verbindung nichts anderes, als die scharfe brennende Salpetersäure ist.

Wir wollen jetzt über einige merkwürdige Stickstoff-Verbindungen ein Näheres mittheilen.

XXV. Merkwürdige Verbindungen des Stickstoffs.

Mit beiden Stoffen, die wir bereits kennen, mit dem Sauerstoff und dem Wasserstoff, geht der Stickstoff eine Verbindung ein, die jede in ihrer Art merkwürdig ist.

Stickstoff und Sauerstoff bilden, wie wir bereits erwähnt haben, die Salpetersäure, eine sehr scharfe, brennende Flüssigkeit. Stickstoff und Wasserstoff bilden das in anderer Weise eben so scharfe Ammoniak, dessen eindringlicher Geruch wohl Jedem bekannt ist.

Wie aber bringt man den Stickstoff, der so träge und gleichgültig ist, dazu, eine chemische Verbindung einzugehen?

Es geschieht auf eigenthümliche Weise, die einen tiefen Blick in die Natur der Chemie thun läßt.

Wir wissen, daß zwei Stoffe, die einmal chemisch verbunden sind, sich mit einer gewissen Kraft festhalten; wenn aber zu ihnen ein neuer Stoff gebracht wird, der

eine kräftigere Neigung hat, sich mit einem der verbundenen Stoffe zu verbinden, so verläßt der bereits verbundene Stoff seine alte Verbindung und geht eine neue ein, wobei der zweite Stoff frei wird. Um dies deutlich zu machen, erinnern wir nochmals an das Kalium=Metall, das man in einen Teller mit Wasser wirft. Das Kalium=Metall hat größere Neigung zum Sauerstoff des Wassers, es reißt aus dem Wasser den Sauerstoff an sich und dadurch wird der Wasserstoff des Wassers frei. —

Man kann sich hierbei die Vorstellung machen, als ob im Wasser eine Art Ehe zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff stattgefunden hätte; das Kalium aber ist der Friedensstörer, der dazu kommt und nicht nur diese Ehe trennt, sondern auch mit dem einen Gatten, dem Sauerstoff, eine neue Ehe eingeht, während der andere Gatte, der Wasserstoff, auf und davon ziehen muß.

Man sollte nun glauben, daß der Wasserstoff, dem die Ehe eben so schlecht bekommen ist, lange Zeit braucht, ehe er wieder Lust hat, eine zweite Verbindung, eine zweite Ehe einzugehen. Das ist aber nicht der Fall. Es findet gerade das Gegentheil statt. Läßt man dem Wasserstoff Zeit, so geht er durchaus nicht leicht eine neue Verbindung ein. Bietet man ihm aber im Augenblick, wo er erst frei wird, sogleich einen Stoff dar, mit dem er sich verbinden kann, so geht er diese neue Verbindung sehr begierig ein.

Hieraus kann man ein wichtiges chemisches Gesetz kennen lernen, das folgendermaßen lautet: Ein chemischer Stoff hat im Augenblick, wo er eben erst aus einer alten Verbindung verdrängt wird, die größte Lust, sich mit einem andern Stoff zu verbinden. Diese Lust ist gerade in diesem Augenblick so stark, daß er zugreift und die

Verbindung eingeht, selbst wenn er sonst wenig Neigung zu solcher Verbindung hat.

Diese besondere Lust wendet man auch an, um den trägen Stickstoff zu neuen Verbindungen zu bringen. Das heißt, man lauert ihm auf und bietet ihm gerade in demjenigen Augenblick eine neue Ehe an, wo er eben erst aus der alten Ehe vertrieben worden ist; und der träge verbindungs-unlustige Stickstoff geht in die Falle und verbindet sich mit einem neuen Stoff.

Dieser Umstand ist so wichtig, daß man ihm einzig und allein es zu verdanken hat, daß sowohl das so wichtige Ammoniak, wie die in der Fabrikation so werthvolle Salpetersäure so billig zu haben sind. Sowohl bei der Herstellung des Ammoniaks, wie bei der Herstellung der Salpetersäure benutzt man den Moment, wo der Stickstoff eben frei wird. Man bringt ihm eben erst frei gewordenen Wasserstoff zu, um ihn sofort zu einer Verbindung zu zwingen, die Ammoniak bildet, und ebenso bringt man dem erst frei gewordenen Stickstoff einen Theil Sauerstoff zu, um im günstigen Augenblick Salpetersäure bilden zu lassen.

Man wird es nun erklärlich finden, wenn die gewöhnliche Luft, welche die Bestandtheile der so gefährlichen Salpetersäure enthält, nicht diesen Stoff bildet. In unserer Luft sind Stickstoff und Sauerstoff nur gemischt neben einander und der träge Stickstoff verhütet, daß eine chemische Verbindung der Stoffe stattfindet. Wäre dies nicht der Fall, so würde das Leben in der Luft unmöglich sein. Die Erde wäre auch dann nicht von einer Hülle der Luft, sondern von einem Meer Salpetersäure umgeben.

Gleichwohl hat man die Entdeckung gemacht, daß man unter Umständen die gewöhnliche Luft in Salpetersäure umwandeln kann.

Wenn man nämlich eine krummgebogene Glasröhre wie ein umgekehrtes lateinisches U aufstellt, so daß es etwa diese Forme hat (∩), und die beiden gerade Stücke dieser Röhre derart mit Quecksilber füllt, daß sie oben in dem Bogen durch eine Schicht Luft getrennt sind, so braucht man nur einen elektrischen Funken aus einer Elektrisirmaschine von der einen Quecksilbersäule in die andere überschlagen zu lassen, um einen Theil der zwischen ihnen befindlichen Luft in wirkliche Salpetersäure zu verwandeln.

Durch diesen höchst interessanten, aber noch nicht genügend erklärten Versuch sieht man wieder, wie innig die elektrische und die chemische Kraft mit einander verwandt sind, und wie richtig und wichtig die Vermuthung ist, daß beide Naturkräfte einer und derselben Quelle entspringen.

XXVI. Was ist Kohlenstoff?

Wir haben bis jetzt drei der wichtigsten chemischen Stoffe kennen gelernt, den Sauerstoff, den Wasserstoff und den Stickstoff. Wir wollen jetzt noch einen vierten näher betrachten, denn diese vier sind die Hauptstoffe der lebendigen Welt, während alle übrigen nur verhältnißmäßig eine geringere Rolle dagegen spielen.

Der vierte chemische Grundstoff heißt: Kohlenstoff.

Während die drei ersten Stoffe zwar allenthalben verbreitet, aber nirgends in der Natur rein, d. h. unvermischt und unverbunden mit andern Stoffen gefunden werden, findet sich der Kohlenstoff schon in der Natur rein vor.

Die ersten drei Stoffe sind im unverbundenen Zustande bloße Luftarten, und durch keine Kunst oder Naturkraft ist es gelungen, eine dieser Luftarten so zusammenzupres-

sen, daß sie zur Flüssigkeit oder gar zu einem festen Körper werde. Bei dem vierten Stoff ist das grade Gegentheil der Fall. Den Kohlenstoff kann man unvermischt weder in eine Flüssigkeit noch gar in eine Luftart verwandeln. Er ist der feste Stoff, und für den jetzigen Stand der Wissenschaft gewissermaßen der feste Bau der Dinge, oder, um es bildlich auszudrücken, das Gerüst der lebendigen Welt.

Wir wollen uns deutlicher hierüber erklären.

Es giebt viele Gasarten, die sich, wenn man sie zusammenpreßt oder durch Kälte zusammenpressen läßt, in Flüssigkeiten verwandeln. Beispielsweise ist dies mit Chlor der Fall. Chlor ist ein gasförmiger Grundstoff von grünlich gelber Farbe. Es ist, wie wir bereits erwähnt haben der eine Grundstoff unseres gewöhnlichen Kochsalzes. Wenn man Chlorgas so zusammenpreßt, daß es nur den fünften Theil des Raumes einnimmt, so verwandelt sich das Gas in eine Flüssigkeit, die wie grüngelbes Wasser aussieht. — Merkwürdig ist es bei dieser Flüssigkeit, daß man sie nicht wie viele andere Flüssigkeiten gefrieren lassen und so in einen festen Köiper, in Chlor-Eis, verwandeln kann. Sie bleibt in der höchsten Kälte immer eine Flüssigkeit, ja, so wie man mit der Pressung nachläßt, verwandelt sich diese Chlorflüssigkeit wieder in Gas.

Man sieht, es ist ein gewisser Eigensinn in der Natur der Stoffe, und dieser Eigensinn ist beim Sauer-, Wasser- und Stickstoff insofern noch größer, als diese Luftarten durch keine Gewalt, weder der Pressung noch der Kälte, in Flüssigkeiten umgewandelt werden können.

Bei andern Stoffen ist dies wieder nicht der Fall. Es giebt viele feste Stoffe, wie Schwefel, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold u. s. w., die in der gewöhnlichen

Wärme fest sind. Durch Hitze kann man sie zu Flüssigkeiten verwandeln, d. h. man kann sie schmelzen. Erhitzt man sie noch weiter, so verwandeln sie sich in eine Luftform oder sie werden zu Dampf.

Anders aber ist es mit dem Kohlenstoff. Er ist und bleibt eben so eigensinnig fest, wie die drei ersten Stoffe eigensinnig gasförmig sind und bleiben.

Wir werden später sehen, daß die ganze lebende Welt, die Welt der Pflanzen und der Thiere, aus diesen vier Stoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, zusammengesetzt sind, aus diesen eigensinnigen Stoffen, die all' unserer Kunst, sie aus ihrer ursprünglichen Gestalt zu verwandeln, so viel Widerstand leisten, und wir wollen es nur jetzt sagen, daß dieser Umstand sicher nicht bedeutungslos ist, wenn man bedenkt, daß die menschliche Kunst, die Chemie, die in der todten Natur so wundervolle Resultate erlangt hat, gerade in der lebenden Natur nichts aus den Urstoffen herstellen kann. Die Chemie kann alles Leblose, das die Natur schafft, künstlich nachmachen, wenn sie dazu die Urstoffe erhält. Dahingegen vermag die Chemie auch nicht die kleinste Pflanze oder das geringste Thierchen zu machen, selbst wenn man dem Chemiker die Stoffe, aus denen sie bestehen, in Hülle und Fülle darbietet. — Ja, diese Stoffe sind so eigensinnig, daß sie gar nicht von Menschenkunst aus ihrer ursprünglichen Gestalt herauszubringen sind. — Es ist — sagen wir — sicherlich nicht ohne Bedeutung, daß die Natur gerade diese eigensinnigsten Stoffe zu den Bausteinen der lebenden Welt gemacht hat! —

Doch, wir müssen zu unserm Thema zurück, und wollen vor Allem einmal den Kohlenstoff selber näher kennen lernen.

Kohlenstoff ist die bekannte Kohle, die Holzkohle, die

Knochenkohle, die Braunkohle, die Steinkohle, der Lampenruß, der Ruß im Schornstein; all' dies ist in seinen Hauptheilen Kohlenstoff, der mehr oder weniger mit einigen fremden Stoffen gemischt ist. Schon hieraus kann man sehen, daß der Kohlenstoff eigentlich aus der Pflanzen- und Thierwelt entnommen ist. Vielleicht giebt es überhaupt keinen Kohlenstoff, der nicht ehedem der Pflanzen- oder Thierwelt angehört hat; die Braunkohle und Steinkohle sind in der That nichts, als der Ueberrest vorweltlicher Pflanzen.

Indessen giebt es in der Natur zwei Sorten reinen Kohlenstoffs, der gar nicht so aussieht, als ob er jemals aus der lebenden Welt entnommen wäre, und dies ist der Graphit und der Diamant.

Beide Stoffe kennt wohl Jedermann, wenn sie auch nicht Jedermann besitzt. Der Graphit ist das Schwarze in den Bleifedern, das wie Metall aussieht und von Vielen als eine Art Blei angesehen wird. Der Diamant ist der Schmuck des glanzsüchtigen Reichthums, dessen Besitzer oft nicht ahnen, daß sie mit Stolz ein Ding als Zierde tragen, dessen Natur durchaus nicht verschieden ist von dem Ruß, den der Schornsteinfeger an sich trägt.

Wir wollen im nächsten Abschnitt den Kohlenstoff noch etwas näher kennen lernen.

XXVII. Kohle und Diamant.

Man kann so recht am Kohlenstoff sehen, wie zwei Dinge, die ihrem Stoffe nach ganz gleich sind, dennoch in Gestalt, in Farbe, Eigenschaft und Gewicht ganz und gar von einander abweichen.

In Wahrheit ist der glänzende Diamant nichts als Kohlenstoff. Er ist seinem wirklichen Stoffe nach gar

nichts anderes, als wie die Holzkohle, die Braunkohle, die Steinkohle und der Graphit ist, und gleichwohl sieht der Diamant nicht nur anders aus als diese Kohlenstoff-Arten, sondern er ist auch mit andern Eigenschaften begabt, die ihm seinen Werth verleihen. Er ist der härteste Körper, den man besitzt; mit einer Kante des Diamants kann man bekanntlich Glas schneiden. Er hat die Eigenschaft, Lichtstrahlen, die er aufgenommen, nicht sofort wieder zu verlieren, wenn er in's Dunkle gebracht wird; er leuchtet vielmehr noch einige Zeit nach. Endlich hat der Diamant die Eigenschaft, die Lichtstrahlen stärker als alle durchsichtigen Körper zu brechen, eine Eigenschaft, die ihm bedeutenden Werth verleiht; denn wenn einmal — was bisher noch nicht geschehen ist — irgend ein wahrer Fürst oder einsichtsvoller Millionär, statt einen Diamanten als blinkenden Schmuck zu tragen, ihn lieber hergeben würde, um aus demselben eine Linse für ein Mikroskop zu schleifen, so würde die Wissenschaft dadurch einen ungemein großen Gewinn haben, indem die stärkere Brechung des Lichts, die der Diamant hervorbringt, ungleich stärkere Mikroskope möglich macht. —

Und doch ist der Diamant nur Kohlenstoff, und seinem Stoffe nach nicht um das Geringste anders, als ein Stück Kohle!

Durch welches Ereigniß vermag sich aber die Kohle so merkwürdig zu verwandeln? — Hierauf giebt die Wissenschaft folgende Antwort.

Durch künstliches Feuer sind wir im Stande, alle Körper zu schmelzen. Selbst Kalk, der bisher als unschmelzbar erschien, schmilzt wie Wachs in der großen Hitze des Knallgas-Gebläses. Nur mit der Kohle ist dies nicht der Fall. Sie ist bisher noch nicht zum Zerschmelzen gebracht worden. — Desgleichen ist man im

Stande, die meisten Körper in künstlich bereiteten Flüssigkeiten aufzulösen. So z. B. löst sich Platina oder Gold in Königswasser auf, Silber und Kupfer löst sich in Salpetersäure auf, andre Metalle in verdünnter Schwefelsäure; d. h. ein Stück Gold, Platina, Silber oder Kupfer zergeht ganz und gar, wenn man es in eine geeignete Flüssigkeit hineinwirft, ähnlich wie Salz oder Zucker, das man in Wasser wirft. — Nur die Kohle will in gar keiner Flüssigkeit zerfließen. Sie löst sich durchaus nicht auf, mag man sie in noch so scharfe Flüssigkeit hineinbringen. — Wäre man im Stande, Kohle zu schmelzen oder auch nur in einer Flüssigkeit aufzulösen, so wären wir im Stande, aus jeder Holzkohle Diamanten in Hülle und Fülle zu machen. Man brauchte eben nur die durch Hitze flüssig gewordenen Kohlen langsam abkühlen zu lassen, so würden sie zu einem Kohlenkrystall werden, und das eben ist ein Diamant; desgleichen könnte man die in einer Flüssigkeit aufgelöste Kohle durch geeignetes Verfahren herauskrystallisiren und daraus Diamanten in beliebiger Zahl und Größe gewinnen. Der Unterschied zwischen einer gewöhnlichen Kohle und einem Diamanten besteht nur darin, daß die Kohle unkrystallisirter, der Diamant krystallisirter Kohlenstoff ist.

Die Möglichkeit ist vorhanden, daß die Wissenschaft es dahin bringt, Kohlen zu schmelzen oder aufzulösen, und dann werden alle Diamanten ihren Werth verlieren; für jetzt jedoch ist es noch nicht der Fall, und die Diamanten, die man in der Erde findet, sind nur dadurch entstanden, daß entweder eine unbekannte Flüssigkeit im Innern der Erde Kohlenstoff aufgelöst hat, oder, was wahrscheinlicher ist, daß die große Hitze, die tief im Innern der Erde herrscht, Kohlenstoff zum Schmelzen bringt, so daß daraus bei späterer langsamer Abkühlung

Krystalle entstehen, von denen einzelne durch Erdbeben oder durch Ströme, die aus dem Innern der Erde hervorstürzen, der Oberfläche der Erde nahe gebracht werden.*)

Genug, wenn wir wissen, daß der Diamant wissenschaftlich nur durch einige seiner Eigenschaften einen Werth erhält; dem Wesen nach aber für den Chemiker nur ein Stück krystallisirte Kohle ist.

Nachdem wir so den Kohlenstoff in seiner ursprünglichen Gestalt kennen gelernt haben, wollen wir einmal sein wunderliches Wesen betrachten, das er durch chemische Verbindungen annimmt, und die wichtige Rolle kennen lernen, die er in der Welt spielt.

XXVIII. Sonderbare Eigenschaften des Kohlenstoffs.

So eigensinnig der Kohlenstoff ist, wenn man ihn allein behandeln will, so gefügig ist er, wenn man ihm ander Stoffe darbietet, mit welchen er sich verbinden kann. Ja die eigentliche Holzkohle, die wir täglich auf dem Heerd und im Ofen sehen, hat noch eine besondere Eigenschaft die ihr großen Werth verleiht und der Grund interessanter chemischer Erscheinungen ist. — Diese Eigenschaft ist die Kraft, die die Holzkohle besitzt, Luftarten in sich einzusaugen und in sich zu verdichten.

Schon jede gewöhnliche Kohle, die in gewöhnlicher Luft liegt, saugt sich voll von dieser, und zwar in so hohem Grade, daß sie an fünfundzwanzig Mal so viel Luft einsaugt, als sie groß ist, d. h. ein Kubikzoll Kohle kann

*) In Paris ist es, den neuesten Zeitungsberichten nach, gelungen, durch die Hitze elektrischer Ströme Kohlen in Diamanten-Staub zu verwandeln. Nähere Angaben hierüber fehlen indessen noch.

an fünfundzwanzig Kubikzoll Luft in sich aufnehmen. Die Luft, die in den kleinen Zwischenräumen der Kohle steckt, ist demnach fünfundzwanzig Mal dichter zusammen gedrängt, als die gewöhnliche Luft. Es giebt aber Luftarten, die sie noch begieriger aufsaugt. Vom Ammoniak-Gas kann ein Stückchen Kohle neunzig Mal soviel in sich einsaugen, als das Stückchen Kohle groß ist.

Man kann sich nun denken, daß die Kohle ein sehr leichtes Mittel ist, gewisse Gase aus andern Stoffen zu entfernen. Daher ist es sehr wichtig, fauliges oder mit fremden Gasen gemischtes Wasser durch Kohlen zu filtriren, und deshalb werden auch die Fässer, in welchen man das Trinkwasser für Seereisende aufbewahrt, inwendig schwach verkohlt. Wahrscheinlich ist die Eigenschaft des Kreosots, durch welches alle Arten Räucherfleisch vor Fäulniß gewahrt wird, und welches sich eben durch den Rauch in Schornsteinen bildet, nahe verwandt mit der Eigenschaft der Kohle, die faulenden Luftarten in sich aufzunehmen.

Dieselbe Eigenschaft der Kohle ist es, die sie zum Entfärben und Reinigen vieler Stoffe so wichtig macht. Durch Filtriren durch frische Kohle wird Rothwein farblos, durch dasselbe Mittel bleicht man in Zuckersiedereien den braunen Syrup, kann man dem ordinären Branntwein den fuseligen Geschmack benehmen, und bairisch Bier verliert seinen bittern Hopfengeschmack, wenn es durch ein Tuch gegossen wird, worin sich Kohlen befinden. Daher ist auch gepulverte Kohle in Krankenzimmern vortheilhaft, da sie die schlechten Dünste in sich aufsaugt.

Zuweilen bringt die Aufsaugungskraft der Kohle chemische Wirkungen hervor, die außerordentlich sind. In Pulverfabriken ist schon oft großes Unglück entstanden durch das Aufhäufen von Kohlenstoff, der in irgend einer

Weise Wasserstoff und den Sauerstoff der Luft in sich aufgesaugt hatte, und durch die Verdichtung der Luftarten die chemische Verbindung, also auch die Entzündung derselben erzeugte. Einen interessanten Versuch noch kann man anstellen, wenn man eine Kohle, die lange Zeit in einem Raum gelegen hat, wo Schwefel-Wasserstoffgas enthalten war, nunmehr unter eine Glasglocke legt, die mit Sauerstoff gefüllt ist. Die Kohle nämlich, die schon viel vom ersteren Gas in sich hat, saugt nun noch Sauerstoff in sich ein und bringt dadurch die beiden Gase so dicht an einander, daß sie sich chemisch verbinden und merkwürdige chemische Erscheinungen hervorbringen. Die Kohle fängt an sich zu erhitzen, indem sich der Wasserstoff entzündet und im Sauerstoff verbrennt. Dabei entsteht als Produkt dieser Verbrennung Wasser, und Schwefel scheidet sich aus. Aber auch dieser Versuch ist mit Gefahr verknüpft, denn es geschieht zuweilen, daß sich Wasserstoff und Sauerstoff zuerst mischen und dann sich erst als Knallgas entzünden, wodurch eine heftige Explosion entsteht.

Aus all' dem nehmen wir wahr, wie die Kohle schon in ihrer Beschaffenheit Eigenschaften besitzt, durch welche sie mit einer großen Begierde fremde Gase in sich ansammelt und chemische Prozesse vermittelt. Bringt man aber gar die Kohle selber mit in den chemischen Prozeß, so wird dieser Stoff, der sonst so ungefügig ist, im höchsten Grade geschmeidig und willig, und läßt sich in Verbindung mit andern Stoffen sowohl in eine Luftart wie in eine Flüssigkeit und in einen festen Körper wieder verwandeln. Freilich hört er dann auch auf, Kohle zu sein, und ist nur eine kohlenstoffhaltige Verbindung; aber immerhin steckt doch die Kohle, die sich zu gar keiner Verwandlung bequemen wollte, drin.

Wir wollen nun in der Folge zeigen, wie Jedermann schon viele tausend Mal im Leben die Kohle in eine Luftart verwandelt hat; wie man Kohle, wirkliche Kohle, theils trinkt, theils ißt; ja, wie der Mensch selber, von dem man bildlich sagt, er sei aus Erde geschaffen, eigentlich aus den drei bisher aufgeführten Luftarten besteht, die sich mit einer Portion Kohlenstoff chemisch verbunden haben.

XXIX. Einige Versuche mit Kohlensäure.

Wir haben gleich bei dem ersten Versuch mit dem Sauerstoff gesehen, daß Kohle in einem Gefäß mit Sauerstoff hell leuchtend brennt, und daß daraus eine Luftart entsteht, die eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff ist und darum Kohlensäure genannt wird.

Wir sehen also schon hier, daß aus Kohle in Verbindung mit Sauerstoff eine Luftart wird.

Man darf sich das ja nicht so denken, als ob etwa die Kohle durch diesen Vorgang nur fein zertheilt wird in eine Art feinen Pulvers, und daß sie als solches im Sauerstoff herumschwimmt, sondern es ist wirklich in der Kohlensäure nicht eine Spur mehr von Sauerstoff noch von Kohle, sie sind beide vielmehr zu einem neuen Körper geworden, der gar keine Aehnlichkeit mehr mit den beiden ursprünglichen Stoffen hat.

Die Kohlensäure ist eine farblose Luftart, die man mit dem Auge nicht von gewöhnlicher Luft unterscheiden kann. Wenn man eine Flasche voll Kohlensäure besitzt, so kann man durch den Anblick nicht merken, daß man hier etwas besonderes vor sich hat. Die Flasche sieht aus, als ob sie mit gewöhnlicher Luft gefüllt wäre. Allein durch Versuche wird man sogleich bemerken, daß dies Kohlensäure

ist. — Hält man z. B. einen brennenden Holzspahn hinein, so verlischt er sofort, zum Beweise, daß dies keine gewöhnliche Luft, und am allerwenigsten Sauerstoff ist. Nun könnte es immer noch Wasserstoff sein; aber man lasse die Kohlensäure ausströmen und versuche sie anzuzünden, so wird man merken, daß dies auch nicht Wasserstoff ist, denn dieser brennt ja, wenn er an der Luft angezündet wird. Freilich könnte dies noch Stickstoffgas sein, das gleichfalls weder selbst brennt, noch andere Körper brennen läßt, die in dasselbe hineingebracht werden. Allein ein zweiter Versuch wird bald das Eigenthümliche der Kohlensäure zeigen.

Man braucht nur ein wenig klares Kalkwasser, das man in Apotheken billig bekommen kann, in die Flasche zu schütten, und sofort wird man bemerken, daß das Wasser trübe wird. Dies wird nicht der Fall sein, wenn in der Flasche Stickstoff ist.

Was aber geht mit der Kohlensäure und dem Kalkwasser vor?

Um sich das klar zu machen, muß man wissen, was denn eigentlich Kalk ist. Kalk ist ein eigenthümliches Metall, das Calcium heißt, welches sich mit Sauerstoff verbunden hat.

Das Metall Calcium ist silberweiß und weich. Läßt man es an der Luft liegen, so zieht es den Sauerstoff der Luft an sich und wird hart, kreideartig, mit einem Wort, es wird Kalk daraus. Es läßt sich denken, daß man das Calcium-Metall nirgend rein in der Natur vorfindet, denn da allenthalben Luft ist, die Sauerstoff enthält, so verwandelt sich das Calcium immer in Kalk; man hat daher das Calcium erst künstlich aus Kalk herstellen müssen, und dies ist erst in diesem Jahrhundert gelungen, das überhaupt reich ist an chemischen Entdeckungen. — Genug,

wir wissen, daß Kalk ein Metall ist, verbunden mit Sauerstoff. Wissenschaftlich nennt man den Kalk auch Calcium-Oxyd.

Der Kalk hat nun die Neigung, sich mit Kohlensäure zu verbinden, und wenn dies der Fall ist, wird aus dem Kalk ein neuer Stoff, der kohlensaure Kalk-Erde heißt, oder im gewöhnlichen Leben Kreide genannt wird.

Ein Stückchen Kreide also ist ein Ding, das wunderbar genug zusammengesetzt ist, obgleich man es ihm gar nicht ansehen kann. Es besteht erstens aus einem Metall, Calcium, das sich mit Sauerstoff verbunden hat, sodann besteht es aus Kohle, die sich gleichfalls mit Sauerstoff verbunden hat. In der Kreide also steckt ein Stück Metall, ein Stück Kohle und eine ganze Masse Luft! — Wer in aller Welt würde darauf kommen, daß aus einem silberblanken Metall, aus einer schwarzen Kohle und einer Flasche voll Luft ein Ding, wie die weiße Kreide, entstehen würde? Und doch ist es so, und man kann vor den Augen eines jeden Zweiflers die Kreide aus diesen Grundstoffen fabriciren. Ja, ohne einen dieser Stoffe würde nun und nimmermehr ein Stückchen Kreide in der Welt existiren. Ohne schwarze Kohle würde niemals weiße Kreide vorhanden sein!!

Jetzt wird es Jedem klar werden, was denn eigentlich aus dem Kalkwasser, das man in die Flasche mit Kohlensäure gegossen, geworden ist. Es ist aus dem klaren Kalkwasser weißlich-trübes Kreidewasser geworden.

Und nun wollen wir jedem Leser, der sich dafür interessirt, zu einem Versuch rathen, der eben so einfach wie interessant ist. Man schütte ein Bierglas halb voll mit völlig klarem Kalkwasser; nun stecke man in das Wasser ein Glasröhrchen hinein und blase langsam in dasselbe, so daß das Wasser recht herumsprudelt. Man wird bald

bemerken, daß das Wasser weißlich=trübe wird. — Woher kommt das? Daher, daß die Luft, die wir hineinblasen, aus unsern Lungen kommt, woselbst sie Kohlensäure geworden, die wir ausathmen müssen. Die Kohlensäure unseres Athems ist in's Wasser gekommen und hat aus Kalkwasser Kreidewasser gemacht.

XXX. Kleine Versuche und große Folgerungen.

Wir haben gesehen, daß wir mit dem Athmen unseres Mundes aus Kalk Kreide machen können.

Wie interessant dies auch für den Unkundigen sein mag, so ahnt er doch schwerlich, von welcher Bedeutung diese Thatsache für die Bildung großer Schichten unserer Erde ist.

Es befinden sich auf der Erde ganze Gebirge von Kreide und große Strecken von Kalklagern. Die neueren Untersuchungen haben gelehrt, daß sowohl die Kreide wie der Kalk nichts anderes ist, als die Schalen unendlich kleiner Thiere, die dereinst gelebt, ähnlich wie unsere Schnecken, die in einem Kalkgehäuse leben. Vor vielen, vielen Jahrtausenden, ehe noch ein Menschengeschlecht oder das Thiergeschlecht, das jetzt auf ihr wandelt, die Erde bevölkert hatte, war sie von solchen Schal=Thierchen bewohnt, von denen nunmehr nichts übrig geblieben ist, als ihre Kalkrinde. — Zugleich aber lehrt uns die neuere Naturforschung, daß in jenen Zeiten, die man die „vorweltlichen" nennt, Gewächse ganz eigner Art existirt haben, die an Form und Wesen unsern Gräsern ähnlich, aber an Größe unsern Palmenwäldern gleichkamen. Ja die Pflanzenwelt war so üppig, daß man annehmen muß, sie habe außerordentliche reichhaltige Nahrung bereit gefunden,

und zum Schluß berechtigt ist, daß die Luft so viele Kohlensäure — ein Haupt-Lebensstoff der Pflanzen — enthalten habe, daß Menschen und Thiere jetziger Art damals nicht hätten auf der Erde athmen und leben können.

Wo blieb nun diese Kohlensäure der Luft? Was hat die Luft von jenem gefährlichen, der Gesundheit und dem Leben der Menschen schädlichen Gas gereinigt? Ohne Zweifel haben dies zum großen Theil die Kalkschalen der todten Thierchen gethan, die sich mit Kohlensäure verbunden haben und nun als große Kreidegebirge vor uns liegen.

Wer denkt wohl daran, daß auch die Kreide im Dasein der Menschen auf der Erde eine Rolle spielt! — —

Doch wir wollen uns nicht von unserm eigentlichen Thema entfernen, und uns nicht in die Dunkel vergangener Jahrtausende verlieren, sondern wollen zurück zur Kohlensäure oder zum Kohlenstoff, der sich durch Verbrennung mit dem Sauerstoff verbindet. Denn die Wunder der Gegenwart sind nicht minder zahlreich als die der Vergangenheit.

Wir haben es bereits erwähnt, daß die Menschheit eine unendliche Masse Kohlensäure fabricirt.

Mit jedem Athemzug nehmen wir Sauerstoff in unsere Lungen ein, mit jedem Ausathmen senden wir Kohlensäure in die Luft hinaus. Nicht minder sendet jeder Ofen, jeder Heerd, auf dem Holz, Torf, Kohlen, Steinkohlen oder sonst ein Brennmaterial verbrannt wird, einen Strom von Kohlensäure in die Luft, einen Strom dieses Gases, zu dem eben eine unendlich große Masse von Sauerstoff verbraucht worden ist.

Woher aber kommt es, daß die Luft durch all' dies nicht verdorben wird? Woher entsteht immer der neue Sauerstoff, der den vernutzten ersetzt, und wo kommt die Kohlensäure hin, die die Luft unathembar macht?

Die Antwort hierauf giebt gleichfalls erst die neuere Naturforschung, und sie zeigt uns eine Weisheit der Natur-Einrichtungen, gegen welche die Menschenweisheit verschwindet.

Die Kohlensäure, obgleich sie schwerer ist als gewöhnliche Luft und eigentlich zu Boden sinken sollte, wird durch die stete Bewegung der Luft, wie von einer eignen Kraft, mit der Luft gemischt, und die Luft, wenn sie a t Stellen vorüberstreicht, die Stoffe enthalten, welche Neigung haben, sich chemisch mit Kohlensäure zu verbinden, giebt diesen die Kohlensäure ab und reinigt sich in solcher Weise von dem gefährlichen Stoffe. Namentlich aber sind es die Pflanzen, die mit großer Begierde den Kohlenstoff aus der Luft einsaugen, denn die Pflanzen, die Bäume, die so viel Kohlen liefern, erhalten allen ihren Kohlenstoff nicht aus der Erde, sondern aus der Luft, in welcher die Kohlensäure schwebt.

Aber auch der Regen ist der Bote, der die Kohlensäure einsaugt. Das Wasser hat eine Neigung, geringe Portionen Kohlensäure in sich aufzunehmen. Mit dem Regen strömt die Kohlensäure nieder in die Erde und tränkt damit die Wurzeln der Pflanzen, und die Pflanzen, die die Kohle aus der Kohlensäure verbrauchen, hauchen wiederum den Sauerstoff aus, so daß nicht ein einziges Atom verloren geht und die Luft wieder jenen Stoff bekommt, der dem Leben des Thieres und der Menschen so nothwendig ist.

Was der Mensch ausathmet, die Kohlensäure, gelangt so zur Pflanze und wird von dieser eingeathmet. Dafür athmet die Pflanze den Sauerstoff wieder aus und fabrizirt in ununterbrochener Thätigkeit wieder die Luftart, die der Mensch zum Einathmen braucht.

So leben die Thiere und Menschen nicht nur von den

Pflanzen, sondern die Pflanzen leben wiederum von Thieren und Menschen und so bildet sich eine Kette von Leben, in der ein Stoff fortwährend zirkulirt, der Stoff, den wir eben beobachten, der Kohlenstoff.

XXXI. Wie wir Kohlenstoff essen und trinken und wie sich in der lebenden Natur die Stoffe verbinden.

Der Kohlenstoff spielt in unsern Speisen und Getränken eine Hauptrolle.

Da wir Sauerstoff einathmen und dafür Kohlenstoff in Verbindung mit Sauerstoff ausathmen, so ist es wohl Jedem klar, daß wir in jedem Augenblick Kohlenstoff aus unserm Körper verlieren. Woher aber nehmen wir diesen? Womit ersetzen wir unsern fortwährenden Verlust? Durch nichts als durch Essen und Trinken, durch nichts als durch den Kohlenstoff, der in allen Speisen und Getränken vorhanden ist.

Und hier eben ist es, wo wir auf die Wichtigkeit der vier Stoffe kommen, die wir bereits erwähnt haben.

Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff sind die Grundelemente der lebendigen Welt. Wenn man Pflanzen oder Thiere oder den menschlichen Leib auf chemischem Wege in die Grundbestandtheile zerlegt, so findet man, daß diese vier Stoffe die Hauptmasse derselben ausmachen, wohingegen die übrigen Grundstoffe, deren es einige sechszig giebt, eine untergeordnete Rolle spielen.

Aber nicht nur sind diese vier Stoffe in dieser Beziehung ausgezeichnet, sondern sie zeigen auch noch eine eigenthümliche Eigenschaft in der lebendigen Natur, die höchst interessant und wunderbar ist.

Betrachtet man nämlich die sogenannte todte Welt

gegenüber der lebenden, die Welt der Erdarten und Gesteine gegen die Welt der Pflanzen, der Thiere und Menschen, so stellt sich in chemischer Beziehung ein so gewaltiger Unterschied zwischen ihnen dar, daß man wohl sagen kann, sie seien in ihrem innersten Wesen ganz von einander verschieden.

In der ganzen todten Natur finden die chemischen Verbindungen der Stoffe immer paarweise statt; in der lebenden Natur sind sie nie paarweise, sondern mindestens dreifach vorhanden.

Wir wollen dieses Gesetz deutlicher zu machen suchen.

Wir haben bereits gesehen, daß je zwei chemische Grundstoffe eine gewisse Neigung haben, sich mit einander zu verbinden. Haben sie sich aber verbunden, so kann man es nicht dahin bringen, daß sie einen dritten Stoff chemisch aufnehmen. — Wir haben schon einmal scherzweise die chemische Verbindung eine Ehe zwischen zwei Stoffen genannt; wenn wir diese Vergleichung beibehalten, so können wir sagen: die chemische Ehe findet nirgends in der todten Natur zwischen drei Stoffen, sondern, wie in der wirklichen Ehe, immer nur zwischen zweien statt.

Wir wissen z. B., daß aus Sauerstoff und Wasserstoff Wasser entsteht. Durch keine Kunst in der Welt können wir aber einen dritten einfachen Stoff dazu bringen, sich mit diesen zwei Stoffen zu verbinden. Bringen wir einen dritten Stoff dazu, z. B. Schwefel, so bleibt er unverbunden, der Schwefel bleibt Schwefel und das Wasser bleibt Wasser; oder bringen wir einen solchen Stoff hinzu, wie z. B. das Kalium-Metall, das große Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu verbinden, so verbindet er sich zwar mit dem Sauerstoff, aber er verdrängt dafür den Wasserstoff. Die alte Ehe zwischen

Sauerstoff und Wasserstoff wird zwar aufgelöst, aber es bildet sich nicht eine Ehe zwischen dreien, sondern es kommt eine neue Ehe wiederum nur zwischen zwe'en zu Stande; der dritte Stoff muß weichen.

Erst wenn man den dritten Stoff mit einem vierten verbunden hat, also ein neues Ehepaar vorhanden ist, erst dann kann man die beiden Paare mit einander chemisch verbinden. Wenn man z. B. Schwefel mit Sauerstoff verbunden, d. h. Schwefelsäure hergestellt, also ein neues Ehepaar geschaffen hat, dann kann man das neue Ehepaar, die Schwefelsäure, mit dem alten Ehepaar, Wasser, chemisch verbinden und schwefelsaures Wasser, oder, was dasselbe, verdünnte Schwefelsäure herstellen. Obgleich nun in solchem Wasser eigentlich nur drei Stoffe vorhanden sind, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel, so darf man sich doch nicht einbilden, daß dies eine chemische Verbindung dreier Stoffe ist, sondern der Schwefel mußte erst seine eigene Portion Sauerstoff bekommen, um Schwefelsäure zu werden, und ebenso der Wasserstoff seine eigene Portion Sauerstoff, um Wasser zu bilden, und erst als diese zwei Ehen zu Stande gekommen waren, konnte man die Paare mit einander verbinden.

Aehnlich ist es in der ganzen unbelebten Welt; alle Steine, alle Salze, alle Flüssigkeiten, alle Metallverbindungen, mit einem Worte, alle Dinge, die nicht Pflanzen, Thier oder Mensch sind, sind chemisch entweder einfache Stoffe, wie z. B. Gold, Silber, Zinn u. s. w., oder sie bestehen aus zwei Stoffen, wie z. B. Kochsalz, Wasser, Kalk u. s. w., oder sie sind aus der Verbindung zweier Paare hervorgegangen.

Nur in der Pflanzen- und Thierwelt ist dies nicht der Fall. Es giebt keinen Pflanzenstoff, keinen Thierstoff, der nicht mindestens drei Grundstoffe in sich hat. Ja,

wenn ein solcher Pflanzen- und Thierstoff aus vier Grundstoffen besteht, so ist er nicht etwa nach vorhergegangener Paarung von zwei und zwei Stoffen entstanden, sondern er ist ursprünglich in uns unerklärlicher Weise aus einer einzigen Verbindung all' seiner Stoffe gebildet worden.

Dies ist der große chemische Unterschied zwischen der todten und belebten Natur, den wir nunmehr noch weiter kennen lernen wollen.

XXXII. Unterschiede der chemischen Verbindungen in der lebenden und in der todten Natur.

Haben wir nunmehr gesehen, daß sich die todte Natur von der lebendigen in chemischer Beziehung darin unterscheidet, daß in der todten Natur nur immer zwei Stoffe sich zu einem neuen Körper chemisch verbinden, während in der lebendigen Natur mindestens drei Stoffe zu einem Körper gehören, so lehrt die Chemie noch einen weiteren Unterschied kennen, der noch von größerer Bedeutung ist.

Der Unterschied ist folgender:

In der todten Natur verbinden sich zwei chemische Grundstoffe immer nur in ganz genau bestimmten Mengen; in der lebenden Natur aber in höchst verschiedenen Mengen.

Wir wollen durch Beispiele deutlich zu machen suchen, was wir hiermit meinen.

Wie wir wissen, besteht Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff. Die genauesten Versuche haben gezeigt, daß zwei Maß Wasserstoffgas und ein Maß Sauerstoffgas eine gewisse Menge Wasser, z. B. ein Loth Wasser geben. Wie nun, wenn Jemand zu einem Chemiker käme und bei ihm ein Loth chemisch hergestelltes Wasser be-

stellte, aber von ihm verlangte, er möchte zu diesem Wasser ein wenig mehr Sauerstoff oder ein wenig mehr Wasserstoff nehmen, so würde der Chemiker ihn zurückweisen und ihm sagen: „Freund, dies geht nicht."

Zwei Maß Wasserstoffgas verbinden sich nur mit einem Maß Sauerstoffgas zu Wasser. Nimmt man mehr Sauerstoffgas oder mehr Wasserstoffgas dazu, so bleibt es unverbunden zurück, denn es ist einmal ein feststehendes Gesetz in der todten Natur, daß eine gewisse Menge Eines Stoffes sich nur mit einer gewissen ganz genau bestimmten Menge eines andern Stoffes chemisch verbindet, und dies Gesetz ist so unumstößlich, daß keine Kunst der Welt im Stande ist, ein sauerstoffreicheres und wasserstoffreicheres Wasser herzustellen, als überhaupt alles Wasser in der Welt ist.

Aehnlich wie mit dem Wasser geht es mit allen Dingen aus der unbelebten Welt. Quecksilber und Schwefel bilden chemisch verbunden den Zinnober, den bekannten rothen Farbestoff. Will man ein Loth Zinnober machen, so muß man dazu eine ganz genau bestimmte Menge Quecksilber, und eine ganz genau bestimmte Menge Schwefel nehmen, und kein Chemiker in der Welt kann es dahin bringen, daß dieselbe Menge Quecksilber sich mit einem Körnchen mehr oder einem Körnchen weniger Schwefel verbindet. Nimmt man mehr Schwefel, so bleibt Schwefel übrig, nimmt man weniger Schwefel, so bleibt Quecksilber übrig, ohne die chemische Verbindung einzugehen.

Man sieht, es findet in der todten Natur ein gewisses unerschütterlich feststehendes Verbindungs-Gewicht zwischen zwei Stoffen statt. Dies ist aber in den Stoffen der lebendigen Natur nicht der Fall. In Pflanzen und Thieren fabrizirt die Natur chemische Dinge, die von ein-

ander ganz und gar verschieden sind, obgleich sie chemisch ganz dieselben Stoffe in sich haben, und ihre Verschiedenheit rührt nur daher, daß sie eben mehr oder weniger von einem Stoffe in sich aufgenommen und chemisch verbunden haben.

Aus diesem Umstande rührt es her, daß die Natur mit ihren vier chemischen Grundstoffen, aus denen sie die Pflanzen und Thiere zusammensetzte, so unendlich viele verschiedene Dinge zu schaffen im Stande ist.

Um es recht deutlich zu machen, was wir meinen, wollen wir einmal zeigen, was die todte Natur und die künstliche Chemie aus den vier Grundstoffen, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff zu machen im Stande ist, und dies einmal vergleichen mit dem, was in der lebendigen Natur aus diesen selben vier Stoffen wird.

Die todte Natur kann aus Sauerstoff und Wasserstoff Wasser machen, und dann noch einen Stoff, der syrupartig aussieht und Wasserstoff-Hyper-Oxyd heißt. Das wären also zwei Stoffe. Aus Sauerstoff und Stickstoff entstehen fünf Arten von Salpetersäure-Verbindungen, aus Sauerstoff und Kohlenstoff sind zwei Arten von Kohlensäure möglich. Im Ganzen also kann man aus Sauerstoff mit den andern drei Stoffen neun verschiedene chemische Dinge erzeugen.

Gehen wir nun weiter, so finden wir, daß aus Wasserstoff und Stickstoff nur Ammoniak gebildet werden kann; aus Wasserstoff und Kohlenstoff entsteht das bei uns jetzt allgemeine Leuchtgas. Fügen wir nun hinzu, daß aus Stickstoff und Kohlenstoff nur eine Verbindung hergestellt werden kann, die den Namen Cyan hat, so sehen wir, daß aus den vier Stoffen im Ganzen zwölf Dinge erzeugt, die freilich noch theilweise unter einan-

der verbunden werden, und so neue Dinge herstellen können.

Wenn wir nun dagegen sagen, daß die lebendige Natur die verschiedensten Arten von Pflanzen und Thieren, deren Gattungen viele Millionen übersteigen, auch nur aus den vier genannten Stoffen gebildet hat, so wird wohl Jeder einsehen, welch' ein wesentlicher Unterschied darin liegt, daß in der todten Natur die Verbindungsgesetze auf bestimmte Mengen beschränkt sind, während in der lebendigen Natur die verschiedenartigsten Mengen-Verhältnisse zu einer chemischen Verbindung möglich sind.

XXXIII. Die Folgen der Unterschiede chemischer Verbindungen in der todten und lebendigen Natur.

Indem die chemischen Verbindungen in der todten Natur ganz anderer Art sind als die der lebendigen Welt, so kommt es, daß wir künstlich der todten Natur alles nachmachen, ja sogar mit der Chemie Dinge machen können, die die Natur nicht macht. Aber alle unsere Kunst scheitert, wenn es gilt, ein belebtes Wesen zu machen.

Die Chemie kann aus den sechzig chemischen Urstoffen eine unendliche Masse von Dingen machen. Die Chemie stellt Wasser, Luftarten, Steinarten, Erdarten, Säuren, Salze, Farbestoffe, Metall-Verbindungen, Medizine und Gifte aller Art her, die von der größten Wichtigkeit sind. Aber bei der lebendigen Natur scheitert ihre Kunst. Sie kann zwar die Pflanzen- und Thierstoffe chemisch zerlegen und weiß es mit der größten Genauigkeit anzugeben, wieviel Sauerstoff, wieviel Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff und sonstige geringe Beimengungen einzelner

chemischer Urstoffe in einem solchen Dinge vorhanden sind. Aber wenn man dem Chemiker sagt: „Nun hast Du eine Kartoffel chemisch zerlegt und hast die chemischen Urstoffe daraus gewonnen, jetzt sei so gut und stelle einmal wieder die Kartoffel aus demselben Stoff zusammen!“ Da wird er die Achseln zucken und sagen: „Das kann unsere Chemie nicht, das kann nur die Thätigkeit der Natur schaffen.“

Die Natur kann aus einem Weizenkörnchen einen Halm mit einer ganzen Masse Weizen schaffen, aus einem Stückchen Kartoffel eine ganze Masse einzelner Kartoffeln, aus einem Apfelkörnchen einen großen Apfelbaum, und die Natur verfährt dabei auch chemisch. Sie nimmt chemische Stoffe dazu. Sie braucht hierzu Ammoniak, Kohlensäure und Wasser und Licht und Wärme ganz so, wie der Chemiker bei seinen Kunststücken. Die Natur kann aus einem Weizenkorn keinen Halm machen, wenn man ihr den Stoff entzieht, den sie dazu braucht. Sie treibt also Chemie ganz so wie ein menschlicher Chemiker. Wer keine Chemie kennt, versteht auch nicht, wie eine Pflanze wachsen kann, und schon darum ist die Kenntniß der Chemie von der größten Wichtigkeit, weil nur durch sie die Kenntniß von Wachsthum und dem Leben, der Ernährung und der Fortpflanzung der Pflanzen und auch der Thiere erlangt werden kann.

Aber obgleich die Natur auch Chemie treibt ist es doch eine andere Art Chemie als die, welche die Menschen treiben.

Man hat daher auch einen andern Namen für diese Art von Chemie. Die Chemie in der unbelebten Natur nennt man die „un-organische oder die anorganische Chemie“, und in dieser wetteifert der Mensch mit der Natur; ja, seine Kunst übertrifft in vielen Punkten

die Natur. Die Chemie aber, die in den belebten Wesen der Natur waltet, nennt man die organische Chemie; und auf diesem Gebiet kann der Mensch zwar zerlegen, was die Natur aufgebaut hat; aber er steht vollkommen hilflos und beschämt da, wenn er das Zerlegte wieder zusammensetzen soll.

Der Mensch kann ein Stückchen Karkoffel nehmen und es in die Erde legen und kann dem Lebenskeim, der in dem Stückchen Kartoffel liegt, gebieten, Chemie zu treiben und eine ganze Masse Kartoffeln hervorzubringen. Er kann dem Lebenskeim in dem Stückchen Kartoffel alles darbieten, was er zu seiner chemischen Operation braucht. Ja, der Bauer, der dem Felde Dünger giebt, giebt nicht der Erde den Dünger, sondern er thut nur das unbewußt, was der Chemiker bewußt thun würde: er bietet in dem Dünger nur der Kraft des Samens die chemischen Stoffe dar, die sie zu ihrem chemischen Kunststück gebraucht. Der Mensch kann nun ziemlich genau das chemische Kunststück beobachten, welches das Stückchen Kartoffel oder richtiger dessen Lebenskeim, treibt; und das ist auch beobachtet worden; und die neueste Zeit hat geistvolle Blicke in diese geheime Werkstatt der Natur gethan. Was sonst als ein Wunder angestaunt wurde, wird jetzt als eine Wissenschaft getrieben. Aber es ist die organische Chemie eine Wissenschaft, die eine unübersteigbare Grenze hat. — Das Geheimniß der Ernährung, des Wachsthums und der Fortpflanzung der Pflanzenwelt und der Thierwelt ist jetzt so weit erforscht, daß man wohl weiß, es gehe hier viel auf chemischem Wege zu; allein an zwei Dingen scheitert unsere Einsicht.

Erstens ist es für uns unbegreiflich, was das für eine Kraft ist, die auch der kleinste Pflanzenkeim besitzt, Stoffe, die er zu seinem Gedeihen braucht, aufzunehmen, und

andere, die er nicht braucht, unaufgenommen zu lassen, oder gar verbrauchte Stoffe von sich auszuscheiden. Ein wachsender Pflanzenkeim benimmt sich ganz so, als ob er mit Einsicht und Fachkenntniß die Wahl all seiner chemischen Kunststücke regele. Dergleichen kommt in der unbelebten Natur gar nicht vor. — Zweitens arbeitet zwar die organische Chemie in der Natur mit demselben Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, mit dem wir auch arbeiten können; allein sie ist geschickter als unsere Hände und weiser als unser Kopf. Wir können aus den Stoffen nur die paar unorganischen Dinge machen, die wir bereits im vorigen Abschnitt angegeben haben; die lebendige Kraft aber macht vor unsern Augen aus diesen vier Dingen die ganze Welt des Lebens! —

Vielleicht aber glaubt Jemand, daß dieserhalb die ganze organische Chemie zwar eine *interessante*, aber keine *nutzenbringende* Wissenschaft sei; das aber ist ein Irrthum. Die organische Chemie ist, wie wir nun zeigen wollen, nicht nur die größte und bedeutendste, sondern auch die nützlichste und einflußreichste Wissenschaft der neuern Zeit.

XXXIV. Ein wenig organische Chemie.

Die organische Chemie hat drei wichtige Aufgaben, welche in der neuern Zeit die bedeutendsten Forscher als das segensreiche Feld ihrer Thätigkeit betrachten.

Vor Allem ist die organische Chemie von der größten Wichtigkeit für den Landbau. Bisher lebte man im vollkommenen Dunkel über die Erfahrungen, die der Landmann beim Bau des Feldes machte, und die Fruchtbarkeit und Unfruchtbarkeit eines Feldes war rein eine Kenntniß, die man durch jahrelange Beobachtungen erst

ermitteln mußte. Zeitraubende Proben und schwere Versuche belehrten erst, wie und wozu ein Feld angewendet werden kann, welche Saat man darauf aussäen und welche Frucht darauf gedeihen möchte, mit welcher Art von Dünger man den Boden versehen müsse und welche Gattungen von Stoffen der Pflanze förderlich sein könnten. Jetzt, wo die Chemiker die Sache in die Hand genommen haben, ist man schon einen gewaltigen Schritt weiter gekommen. Der Landbau ist jetzt eine wissenschaftliche Thätigkeit geworden und diese Wissenschaft ist die Wissenschaft der organischen Chemie.

Der Chemiker nimmt eine Pflanze, zerlegt sie auf chemischem Wege und sieht, welche Stoffe darin enthalten sind. Er weiß, daß diese Stoffe nicht durch Zauber in die Pflanze hineinkommen, sondern daß es ein chemischer Vorgang ist, durch welchen die Pflanze diese Stoffe aus dem Boden und der Luft genommen und umgebildet hat. Kennt er die Stoffe, aus denen die fertige Pflanze besteht, so weiß er auch, daß die Pflanzen diese Stoffe als Speise in sich aufgenommen. Er weiß also genau, was der Boden liefern muß, um solche Pflanzen hervorbringen zu können. Nimmt er nun einen Stich Erde aus dem Boden und untersucht ihn auch auf chemischem Wege und findet, daß diese Stoffe, die die Pflanze braucht, im Boden vorhanden sind, so weiß er ohne jahrelange Untersuchungen zu sagen: „Diese Pflanze wird in diesem Boden gedeihen!"

Findet er, daß der Boden nicht alle Stoffe in sich hat, die die Pflanze braucht, so weiß er anzugeben, womit der Boden versorgt werden muß. Denn der Chemiker scheut sich nicht, auch jede Art von Dünger chemisch zu zerlegen. Er untersucht, welche Stoffe der Dünger dem Felde zubringen muß und belehrt den staunenden Landmann:

hier mußt du Gyps in den Dünger mischen! dort mußt du Knochenmehl hinzuthun! da darfst du nicht zu viel thierischen Dünger ablagern! dieses Feld mußt du ein Jahr lang ganz ruhen lassen und statt Getreide Klee anbauen. Jenes Feld braucht gar keinen Stoff, denn es besitzt sie alle in Ueberfluß, aber es kann darauf deshalb nichts wachsen, weil die nöthigen Stoffe in einer Form vorhanden sind, durch welche sie sich nicht im Regenwasser auflösen können, du mußt also statt des Düngers verdünnte Schwefelsäure auf dein Feld schütten, die diese Stoffe auflösbar machen wird, so daß die Pflanze sie wird genießen können.

Die landwirthschaftliche Chemie ist schon eine der segensreichsten Beschäftigungen unserer Zeit, und sie wird erst ihren vollen Segen entfalten, wenn sie weiter eingedrungen sein wird in das Landvolk. Es ist daher von der größten Wichtigkeit, daß sich jetzt der Gebildete mit der Landwirthschaft abgiebt; aber seine Studien macht er nicht mehr als Ackerknecht und Pferdejunge, sondern die Landwirthschaft wird jetzt in der Studirstube der Chemiker getrieben und erst nach solcher Vorbereitung geht der gebildete Landwirth an den praktischen Landbau und erkennt, daß das sonst blind angestaunte Wunder der Natur eine Folge weiser Gesetze ist, die dem Menschengeist nicht verschlossen sind, und deren Beobachtung Wohlstand, Gedeihen und Segen verbreiten.

Die zweite Aufgabe der organischen Chemie ist, aus der Pflanzen- und Thierwelt neue chemische Stoffe herzustellen, von denen man sonst keine Ahnung hatte. Die Mannigfaltigkeit in der organischen Welt ist so unendlich groß, daß mit jedem Tage aus der Pflanzen- und Thierwelt neue Stoffe erzeugt werden, von denen man früher nie etwas wußte. Der Reichthum an neuen Stoffen ist

durch die Forschungen der letzten zehn Jahre so gewachsen, daß es jetzt nur an Menschen fehlt, welche sich mit der Aufgabe beschäftigen, wie und wo man solche Stoffe nützlich verwenden kann. Ja, die neuere Chemie ist so unendlich reich an neuen Stoffen, daß sie um Namen für dieselben in Verlegenheit ist. Und doch steht es fest, daß jeder dieser neuen Stoffe irgend wie verwendet werden kann und einzelne von diesen, die jetzt ganz unbeachtet bleiben, bei einer glücklichen Entdeckung zu einer Quelle großer Reichthümer werden können.

Um ein kleines Beispiel hiervon zu geben, wollen wir nur Eines anführen. In neuerer Zeit ist hauptsächlich für die Photographie ein Stoff dargestellt worden, der den Namen Pyro-Gallus-Säure hat. Dieser Stoff ist so werthvoll, daß das Loth davon mit zwei und einem halben Thaler bezahlt wird, er ist also fast fünfmal theurer als Silber! In diesen Tagen aber fanden wir in einem wissenschaftlichen Bericht, daß es einem Chemiker gelungen sei, diesen Stoff aus Holzessig zu gewinnen. Ist dies der Fall, so wird mit einem Male dieser so kostbare Stoff ein Fabrikations- und Handelsartikel werden und seine Benutzung, die jetzt so selten ist, wird unzweifelhaft in vielen Fällen des Lebens Anwendung finden*).

So bereichert hauptsächlich die organische Chemie die Vermehrung der nützlichen Stoffe und giebt den Dingen, die man sonst unbeachtet ließ, einen ganz neuen Werth.

---

*) Anmerkung zur zweiten Auflage. — Die Pyro-Gallus-Säure ist seit dem Erscheinen der ersten Auflage in der That bis auf ein Drittel ihres früheren Preises gesunken; obwohl ihre Darstellung aus Holz noch nicht Eingang gefunden zu haben scheint.

XXXV. Die wichtigen Aufgaben der organischen Chemie.

Eine höhere Aufgabe der organischen Chemie ist, die Produkte der Pflanzenwelt in ihrer Verbindung zu beobachten, die sie annehmen, wenn sie sich selbst überlassen oder durch andere Stoffe und Mittel zu Veränderungen angeregt werden. Der Segen, den dieser Theil der Chemie bereitet hat, ist ungeheuer; die Aussicht, die hier noch Segensreiches in der Zukunft verspricht, geht in's Unendliche.

Es ist gar nicht lange her, daß man die Früchte der Pflanzen nur in der Weise verbrauchte, wie sie die Natur fertig lieferte; erst als die Chemie anfing, diese Früchte zu untersuchen, erst da kam man darauf, daß man aus den Früchten noch ganz andere Dinge machen kann, als die Natur.

Es ist bekannt, daß man vor dreißig Jahren nichts anderes wußte, als daß man Zucker aus der Ferne herholen müsse, wo das Zuckerrohr gedeiht; jetzt weiß es Jeder, daß wir meisthin den Runkelrübenzucker genießen, und es hängt nur von neuen chemischen Entdeckungen in der Gewinnung des Zuckers aus der Runkelrübe ab, um ein Pfund Zucker noch einmal so billig zu haben, als es schon jetzt ist.

Als ein Beispiel der interessantesten Art, wie die Kunst der Chemie die Naturstoffe in ganz veränderte Form und Beschaffenheit versetzen kann, ist die jetzige Fabrikation des Holzessigs, bei welcher, wie wir später zeigen werden, wirklich aus Holz Essig gemacht wird. Noch interessanter in dieser Beziehung ist die Kartoffel, welche man durch chemische Mittel in Mehl verwandeln kann, aus dem Mehl kann man Gummi machen, den Gummi kann man in

Zucker verwandeln, den Zucker kann man in Alkohol, den Alkohol in Aether und Essig umschaffen.

In gleicher Weise versteht es die organische Chemie, alle Naturstoffe aus ihrer früheren Beschaffenheit zu einer Veränderung anzuregen und ganz neue, gar nicht in diesen Stoffen vermuthete Dinge daraus zu machen, so daß eigentlich fast sämmtliche Fabrikationszweige jetzt in das Bereich der Chemie fallen und deren Gedeihen nur möglich ist, wenn die organische Chemie noch weit verbreiteter und ihre Forschungen und Entdeckungen praktischer gemacht würden.

Wir wollen diese drei Aufgaben der organischen Chemie nunmehr in kurzen Umrissen näher beleuchten und durch Beispiele und Versuche deren Wichtigkeit deutlich zu machen suchen. Wir werden demnach in den nächsten Abschnitten Einiges von den Hauptsachen der landwirthschaftlichen Chemie, Einiges von der Auffindung neuer Stoffe und endlich einige Beispiele von den Verwandlungen vorführen, die die Chemie mit vollen Stoffen vornimmt, für jetzt dürfen wir jedoch über die N zlichkeit und praktische Wichtigkeit dieser Wissenschaft nicht vergessen, daß sie einen noch höhern Werth beanspruchen darf, indem sie es ist, die das Dunkel im Lebensvorgang des Thieres und des Menschen zu beleuchten anfängt, und die Resultate, die sie jetzt schon gewonnen, von ihr erwarten lassen, daß sie dereinst die noch undurchdringlichen Geheimnisse unseres eigenen Leibes erforschen, und so die Stü ze einer neuen Lehre vom Leben, vom Erkranken und der Heilung des Menschen werden wird.

Die organische Chemie ist zur Erkenntniß des Lebensvorganges im Menschen von der höchsten Wichtigkeit. Erst durch die Chemie lernen wir verstehen, weshalb wir athmen und was mit dem Athem vorgeht. Erst die Chemie

belehrt uns, weshalb wir uns nur von gewissen Stoffen ernähren können. Der Chemie der neuern Zeit erst ist es gelungen, zu zeigen, in welche Stoffe des Leibes sich die Stoffe der Speisen verwandeln, welche Speisen zum Wachsthum der Haare, der Knochen, der Nägel, der Zähne, der Muskeln und des Fettes nöthig sind. — Erst durch die Chemie beginnt man jetzt zu ahnen, wie und in welcher Weise sich Gesundheit im Körper erhalten und Krankheit entstehen kann, und in welcher Art einzelne Medizinen in diesen Zustand eingreifen. Der Chemie erst wird es gelingen, die Heilkunst in eine Heilwissenschaft zu verwandeln und das Dunkel zu zerstreuen, daß jetzt noch über einem großen Theil der ärztlichen Praxis schwebt, ein Dunkel, das sel st der glücklichste Arzt nicht durchschauen kann, ohne die Chemie zu Hülfe zu rufen.

XXXVI. Die landwirthschaftliche Chemie. Der Keim, die Frucht und einige Versuche

Die landwirthschaftliche Chemie hat sich ihre Aufgabe dahin gestellt: die Gesetze des Lebens, des Wachsthums und des Gedeihens der Pflanzen zu ermitteln, um ihre Pflege genau wissenschaftlich zu ergründen und mit Sicherheit angeben zu können, auf welchem Wege die Menschen der Natur zu Hülfe kommen und den Wachsthum der nützlichen Pflanzen in reichem Maße befördern können.

Die allgemeinen Resultate der Forschungen neuester Zeit sind folgende:

In der Pflanze ist eine eigene und noch jetzt unbekannte Kraf thätig. Die Neigung der chemischen Urstoffe, Verbindungen einzugehen, ist in den Pflanzen durchaus nicht so, wie in der todten Natur. Im Gegentheil, die Pflanze

schafft andere Verbindungen der Stoffe, macht aus den Stoffen andere Dinge als die todte Chemie. Möglich ist es wohl, daß die Kraft in der Pflanze eine uns ganz unbekannte, fremde Kraft ist; allein es ist auch möglich, daß sie das Resultat von Zusammenwirkungen bereits bekannter Kräfte ist, das Zusammenwirken von chemischen Gesetzen im Verein mit physikalischen Kräften, mit Licht, Wärme, Elektricität und Erdmagnetismus. — Die berühmtesten Naturforscher sind hierüber im Streite. Uns jedoch muß es vorläufig genügen, zu wissen, daß hier eine eigenthümliche Thätigkeit vor sich geht, und zu erkennen, in welcher Weise diese Thätigkeit vor sich geht.

Uebereinstimmende Beobachtungen haben Folgendes gelehrt:

Eine jede Frucht enthält einen Keim zu einer neuen Pflanze, die im Allgemeinen bestimmt ist, dieselben Früchte hervorzubringen. Die Frucht enthält außer dem Keim noch Nahrungsstoffe. Nun bilden wir uns im gewöhnlichen Leben ein, daß diese Nahrungsstoffe von der Natur für den Menschen geschaffen seien. Das aber ist ein Irrthum. Der Nahrungsstoff einer Erbse, einer Bohne, eines Apfels oder sonst einer Frucht, ist von der Natur nur geschaffen, um zur ersten Nahrung der künftigen Pflanze zu dienen, deren Keim in der Frucht steckt. Ganz so, wie kein Kind geboren wird, ohne daß die Natur in den Brüsten der Mutter Milch als Nahrungsstoff für die erste Zeit vorbereitet, ganz so kommt kein Keim der Pflanze zur Welt, ohne daß die Natur ihm Frucht mitgiebt, damit der Keim darin die Nahrung finde für die erste Zeit seines künftigen jungen Lebens. Ebenso, wie die Natur die Milch der Kuh nicht für den Menschen, sondern für das Kälbchen geschaffen hat, ebenso, wie wir uns eigentlich unberechtigt der Milch bemächtigen, wenn das Kälbchen

nur so weit ist, daß es sich selber Nahrung suchen kann, ganz ebenso kann man sagen, daß wir in jeder Frucht, die wir essen, nicht etwas von der Natur für uns Geschaffenes genießen, sondern wir eignen uns Etwas zu, was dem in der Frucht steckenden Keim gehört, und essen oft dies freilich mit sammt dem Keim auf. In diesem Sinne darf man sagen: Eine jede Frucht ist die Muttermilch für den in ihr liegenden Pflanzenkeim!

Man kann sich durch Versuche hiervon überzeugen.

Wenn man z. B. Gerstenkörner in ein Glas schüttet und mit etwas Wasser übergießt und an einen warmen Ort stellt, so wird man nach einiger Zeit bemerken, daß aus jedem Gerstenkorn ein Pflänzchen herauswächst aus dem einen Ende und ein paar Fäden als Wurzeln aus dem andern Ende. Es ist dies, beiläufig gesagt, die Art, wie der Brauer aus Gerste Malz macht. — Man sieht also, es wächst das Pflänzchen Anfangs ohne Nahrung von außen her, und nur durch das Erweichen seiner Nahrung, des Gerstenkornes, im Wasser. Nicht das Gerstenkorn wird zu einem Halm, sondern nur ein kleiner Keim, der darin steckt, wird ein solcher, und zwar geschieht dies durch eine Kraft, die in ihm steckt und in ihm jahrelang bleibt, wenn er trocken aufbewahrt wird. Die Wärme weckt gewissermaßen diese schlummernde Kraft zur Thätigkeit auf und wenn das Gerstenkorn, diese Muttermilch des Pflänzchens, zugleich durch Wasser erreicht wird, so ist auch der Nahrungsstoff für den Keim vorbereitet und er beginnt, zur Pflanze zu werden.

Erst wenn diese Muttermilch aufgezehrt ist, dann hat das Pflänzchen die Kraft, sich durch die Wurzeln die Nahrung aus dem Erdboden zu holen; findet es solche nicht, so stirbt es auch ab.

Wenn wir also auf das Leben der Pflanze eingehen,

so sehen wir, daß sie vor Allem Wärme und Wasser braucht; allein Wärme ist kein Nahrungsstoff und Wasser allein ist auch kein solcher. Die Wärme ist nur die Erregung zum Leben und das Wasser ist vorerst nur nöthig, damit die Nahrung erweicht wird und eindringen kann in die junge Pflanze. Freilich könnte man sagen: dies ist ja gar keine Chemie. Aber wenn man bedenkt, daß die Chemie eben die Wissenschaft ist, die da lehrt, aus einzelnen Stoffen ein neues ganz anderes Ding zu machen, und wenn man hierbei erwägt, daß die Kraft in diesem Pflänzchen aus einem Keim ein Hälmchen und Wurzeln macht, so wird man doch gestehen müssen, daß dies Chemie ist; wiewohl jeder Chemiker gern zugiebt, daß er ohne Keim nicht ein gleiches Kunststück machen kann.

Wir wollen nunmehr die chemische Werkstatt der Pflanze etwas näher betrachten.

XXXVII. Die chemische Werkstatt der Pflanze.

In der Pflanze ist so recht eine kleine wunderbare chemische Fabrik; aber das Wunderbarste darin ist, daß die Fabrik selber ein chemisches Produkt ist.

Die Pflanze erschafft sich selber immerfort auf chemischem Wege. Wenn wir die unbekannte Kraft in der Pflanze uns als den eigentlichen unsichtbaren Chemiker denken, so ist die Pflanze freilich nur eine Art Wohnhaus dieses wundersamen Chemikers; aber immerhin steht so viel fest, daß Alles, was der Chemiker zu Wege bringt, nichts ist, als daß er aus Stoffen, die er von außerhalb der Pflanze hernimmt, die Pflanze macht. Ganz so wie ein menschlicher Chemiker aus Schwefel und Quecksilber

Zinnober, schafft der geheime Chemiker aus gewissen Stoffen, die wir sogleich nennen werden, eine Pflanze. Das Dunkle und Wunderbare darin ist nur, daß dieser geheime Chemiker nicht wie der Mensch mit seinen Händen die Stoffe, die er braucht, herbeiholt und sie durch seine Kunst in den Zustand versetzt, durch welchen sie sich verbinden, sondern dieser geheime Chemiker bedient sich eben der Pflanze, so weit sie fertig ist, um durch sie die Stoffe von draußen her zu erhalten und damit die Pflanze noch weiter auszubilden. —

Sehen wir indessen von dem Dunkeln und Unerklärten, daß sich hierin vor unsern Augen zeigt, ab, so ergiebt sich jedenfalls Folgendes:

Eine Pflanze ist nichts anderes, als die organisch oder lebend gewordenen todten Stoffe, die sie zu ihrer Nahrung verbraucht hat. — Wenn z. B. ein Chemiker findet, daß eine Pflanze aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, so hat er das Recht zu sagen: diese Pflanze ist nichts als Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in einer belebten chemischen Verbindung. Es ist vollkommen richtig, wenn man behauptet, diese todten Stoffe bilden in einer gewissen Verbindung ein lebendiges Ding, das jetzt als Pflanze vor uns steht. Da aber diese ursprünglich todten Stoffe die Nahrung der Pflanze waren, so ist die Pflanze nichts, als ihre eigene lebendig gewordene Nahrung.

Eigenthümlich aber ist, daß die Stoffe, die zur Nahrung der Pflanze dienen und Pflanze werden sollen, gewissermaßen hierzu chemisch vorbereitet sein müssen und es nicht genügt, diese Stoffe gesondert einer Pflanze darzubieten. Gesetzt, man wollte eine Pflanze, die Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff zur Nahrung braucht, in eine Flasche hineinlegen, wo diese Stoffe einzeln hineinge-

bracht worden sind, so würde sie darin nicht leben. Die Stoffe, wenn sie einzeln da sind, können nicht zur Speise der Pflanze dienen; sie müssen sich vielmehr unter einander chemisch verbinden, und erst, wenn die Stoffe chemisch verbunden sind, erst dann sind sie zurecht gemacht, um der Pflanze als Nahrung zu dienen.

Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Sauerstoff und Wasserstoff chemisch verbunden und Wasser gebildet haben; dann erst dienen sie, oder richtiger das Wasser, zur Erhaltung der Pflanze. Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Kohlenstoff und Sauerstoff chemisch verbunden und Kohlenstoff gebildet haben, damit diese eine Nahrung der Pflanze werde. Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Wasserstoff und Stickstoff chemisch verbunden und Ammoniak gebildet haben, um ein Speisestoff der Pflanze zu werden.

Wir entnehmen hieraus, daß die Bestandtheile der Pflanzen freilich nur Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff sind; aber wir sehen zugleich, daß die eigentliche Nahrung der Pflanzen chemische Verbindungen dieser Stoffe sind und daß diese Nahrung in drei Dingen besteht, in Wasser, in Kohlensäure, und in Ammoniak.

Für die Landwirthschaft also ist es vor Allem von der größten Wichtigkeit, es zu wissen, daß diese Nahrungsmittel reichlich vorhanden sein müssen in einem Boden, worin Pflanzen gedeihen sollen. Fehlt eines dieser Nahrungsmittel, so stirbt die kräftigste Pflanze ab und die Erhaltung derselben ist nur dann möglich, wenn man künstlich dem Boden diese Stoffe zuführt.

Wir wollen nunmehr die Art und Weise deutlicher machen, wie die Pflanze ihre Speise zu sich nimmt und welche Hauptmittel die landwirthschaftliche Chemie an die Hand

giebt, die Speisung der Pflanzen zu erleichtern und so ihr Wachsthum und Gedeihen zu fördern.

XXXVIII. Die Nahrung der Pflanze.

Eine jede Pflanze muß Nahrung zu sich nehmen, sie muß also Speise=Werkzeuge besitzen, durch welche sie, wie Thier und Mensch durch den Mund die Nahrung aufnehmen kann. Allein die Pflanzen haben keinen Mund, sondern sie haben saugende Wurzeln und Luft einathmende Blätter.

Schon der Umstand, daß die Pflanze Stoffe, die sie braucht, durch die Wurzeln aufsaugen muß, ist hinreichend, um begreiflich zu machen, daß sie keine harten Speisen, wie Mensch und Thier, zu sich nehmen kann, sondern der flüssigen Speisen bedarf, um sie zu genießen.

Nun wissen wir, daß der reine Kohlenstoff nicht flüssig ist und nicht flüssig gemacht werden kann. Jede Pflanze aber hat viel Kohlenstoff in sich, wie wir ja alle unsere Kohlen nur aus den Pflanzen gewinnen. Es kann also schon darum die Pflanze den bloßen Kohlenstoff nicht in sich aufnehmen, sondern es muß sich erst außer ihr Kohlensäure bilden, eine Luftart, die aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht. Diese Luftart nimmt die Pflanze durch die Blätter auf, indem sie sie einathmet und durch die Wurzeln, indem jedes Wasser im Stande ist, Kohlensäure zu verschlucken und das Wasser, welches die Pflanze aufsaugt, auch Kohlensäure in sich hat.

Mit den bloßen Augen können wir zwar nicht sehen, wie es möglich ist, daß die Blätter im Stande sind, Kohlensäure einzusaugen; aber durch starke Vergrößerungsgläser, durch Mikroskope, sieht man ganz deutlich,

daß ein Blatt nicht eine feste Masse ist, sondern ein Gewebe einzelner Zellen, in welchen sich Säfte befinden. Dieser Zellensaft ist nicht grün, sondern meist hell und farblos wie Wasser, nur in einzelnen zerstreut liegenden Zellen befinden sich Tröpfchen von grüner Farbe, die man Blattgrün nennt, und die ihre Farbe nur der Einwirkung des Lichtes verdanken. Diese Tropfen Blattgrün sind so klein, und stehen so dicht bei einander, daß wir, wenn wir ein Blatt mit bloßen Augen ansehen, meinen, es sei im Ganzen grün. Durch ein starkes Mikroskop aber gesehen, nimmt man wahr, daß große Zwischenräume zwischen einer Farbezelle und der andern sind, weshalb denn auch ein Blattstückchen unter dem Mikroskop ganz anders und keineswegs grün erscheint. Durch solche Mikroskope sieht man auch, daß jedes Blatt eine Unmasse einzelner Spaltöffnungen hat, die wirklich so aussehen, wie ein zum Athmen etwas geöffneter Menschenmund.

Und durch diesen Mund saugt oder athmet die Pflanze den Kohlenstoff ein, der sich in der Luft befindet.

Wie wir bereits mehrfach erwähnt haben, enthält die Luft, in welcher Menschen und Thiere leben, oder wo Pflanzenstoffe in Verwesung übergehen oder verbrannt werden, viel Kohlensäure. Diese Kohlensäure schwimmt in der Luft umher, ohne sich mit ihr chemisch zu verbinden. Man kann diese Kohlensäure auch einsaugen. Man braucht nur ein bischen klares Kalkwasser in ein Glas zu gießen und es an der Luft stehen zu lassen, so wird man schon finden, daß sich oben auf der Flüssigkeit eine weißliche Decke bildet, die später zu Boden fällt. Diese Decke entsteht, indem der Kalk, der im Wasser aufgelöst ist, die Kohlensäure aus der Luft anzieht und eine Schicht von kohlensaurer Kalkerde, also von Kreide

bildet, die dann als unlöslich im Wasser zu Boden sinkt.

Man könnte sich nun das Aufnehmen der Kohlensäure durch die Spaltöffnungen der Blätter eben so denken, und zwar müßte man voraussetzen, daß die Blätter an diese Oeffnung immer einen frischen Saft hinsenden, der Neigung hat, sich mit Kohlensäure zu verbinden; allein ganz so kann es wohl nicht sein, weil es eine Thatsache ist, daß die Aufnahme von Kohlensäure und das Aushauchen von Sauerstoff nur beim Tageslicht, im Dunkeln dagegen, also des Nachts, das umgekehrte Verhältniß stattfindet.

Wie dem aber auch sein mag, so steht so viel fest, daß die Pflanzen Kohlensäure einnehmen und Sauerstoff ausgeben, und hieraus folgt, daß in der Pflanze eine Portion Kohlenstoff zurückbleibt, die zum Leben der Pflanze bestimmt ist.

Dies ist die Ernährung der Pflanze durch die Blätter; und diese ist so wichtig, daß ein Baum, der all' seiner Blätter beraubt wird, einen bedeutenden Verlust an Lebenskraft erleidet.

Obgleich nun die Luft aus einem Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff besteht und die Pflanze auch diese Stoffe zu ihrem Unterhalt braucht, nimmt sie doch dieselben nicht durch die Blätter ein. Vielleicht hauptsächlich darum nicht, weil in der Luft der Sauerstoff und der Stickstoff nicht chemisch verbunden, sondern nur durcheinander gemengt sind. — Um zu diesen Stoffen zu gelangen, benutzt die Pflanze die W u r z e l n.

Wenn die Blattöffnungen gewissermaßen die Nase der Pflanzen sind, durch welche man nur athmen, aber nicht essen kann, so kann man die Wurzeln den Mund der Pflanze nennen, aber einen Mund, der nur trinken oder richtiger, saugen kann. Alle Speisen der Pflanze müssen

daher erst in Wasser aufgelöst sein, bevor sie die Pflanze zu genießen vermag.

Da dies bei der Kohlensäure auch der Fall ist, und jedes Wasser kleine Portionen Kohlensäure in sich aufnimmt, so saugt, wie wir bereits erwähnt, auch die Wurzel Kohlensäure ein, weshalb denn ein Baum, dem die Raupen alle Blätter geraubt haben, noch nicht abzusterben braucht. Die Wurzel nimmt aber auch zugleich die übrigen Speisen auf, und von diesem Vorgang wollen wir im nächsten Abschnitte sprechen.

XXXIX. Die Speisung der Pflanze durch die Wurzel.

Das Eindringen der Pflanzennahrung in die Pflanze geschieht, wie bereits erwähnt, hauptsächlich durch die Wurzel, und zwar findet sowohl Wasser wie Ammoniak durch die in der Erde liegende Wurzel den Weg zum Innern der Pflanze.

Wir haben dieses Aufnehmen der ernährenden Flüssigkeit durch die Wurzel eine Art Saugen der letztern genannt, da dies aber leicht ein Mißverständniß hervorrufen kann, so müssen wir uns hierüber deutlicher aussprechen.

Man macht sich im gewöhnlichen Leben die Vorstellung, daß eine Wurzel das Wasser so auffauge, wie etwa ein Stück Löschpapier, das man mit einem Ende in Wasser taucht, wo man sofort bemerkt, daß das Wasser sich weiter in das Papier hineinzieht. Man denkt sich gemeinhin, daß das Wasser von der Wurzel aus in die Pflanze hineinsteigt, ebenso, wie wenn man ein Stück weißen Zucker mit einer Ecke in den Kaffee taucht und sofort wahrnimmt, daß die Flüssigkeit in den Zucker hinaufläuft.

Diese Vorstellung ist ganz falsch. Es ist zwar nicht lange her, daß selbst die Gelehrten solche Vorstellung von der Verbreitung der Flüssigkeiten in den Pflanzen hatten; die neuere Wissenschaft indessen ist durch genauere Untersuchungen zu der Ueberzeugung gekommen, daß die Verbreitung der Flüssigkeiten sowohl im Pflanzen- wie im Thierkörper auf ganz anderem Wege vor sich geht.

Sowohl die Pflanzen- wie Thierkörper bestehen aus dicht aneinander gedrängten, ganz kleinen Zellen. Die Wände dieser Zellen sind außerordentlich fein; aber sie sind doch vollkommen geschlossen, so daß kein Kanal von einer Zelle zur andern führt. Jede Zelle ist im natürlichen Zustand mit Flüssigkeit gefüllt, ohne daß eine Oeffnung da ist, wo sie hinein oder herauskommen kann. Dahingegen besitzen gerade die Wände der Zelle die noch nicht hinreichend erklärte Eigenschaft, die Flüssigkeit durch eine Art Ausschwitzung von sich zu geben und dafür durch Einschwitzung eine Flüssigkeit aufzunehmen; und dieses Aus- und Einschwitzen geschieht hauptsächlich zwischen zwei Zellen, sobald die Flüssigkeiten in beiden verschiedenartig sind. Denkt man sich, daß in einer Zelle eine Flüssigkeit eingeschlossen ist, die anders beschaffen als die Flüssigkeit ihrer Nachbarzelle, so findet der Austausch so lange statt, bis beide Flüssigkeiten vollkommen zu gleicher Mischung geworden sind.

Man kann interessante leicht auszuführende Versuche über diese Erscheinung anstellen, und werden wir bei einer anderen Gelegenheit hiervon gern Mittheilung machen. Für jetzt müssen wir uns begnügen, darzuthun, daß das Wasser, das in die Wurzel einer Pflanze dringt, sich nicht wie etwa in einem Docht hinaufzieht in die Pflanze, sondern daß dieses Wasser zunächst eine Veränderung der Flüssigkeit in den Zellen der Wurzel hervorbringt. Diese

Veränderung veranlaßt die nächste Zelle, ihre Flüssigkeit mit der veränderten auszutauschen, und so geht die Austauschung von Zelle zu Zelle fort durch die ganze Pflanze, bis die Wirkung des Wassers, das in die Wurzel eingetreten ist, hinaufgelangt bis zum feinsten Blättchen an der Spitze der Pflanze.

In dieser Weise findet in einer Pflanze ein fortwährender Säfte-Austausch statt, und jeder Pflanzentheil erhält statt seiner bereits verbrauchten Flüssigkeit stets neue, sobald nur die Wurzel neues Wasser aufnimmt. Da nun Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, so gelangen in dieser Weise diese Stoffe in die Pflanze, aus welchen die Pflanze selber sich aufbaut.

Viele und zwar die meisten unserer genießbaren Pflanzen enthalten aber auch noch eine Portion Stickstoff, und obwohl wir wissen, daß die Blätter der Pflanzen Oeffnungen haben, durch welche sie Kohlensäure aus der Luft zu sich nehmen, obwohl nun die Luft zum allergrößten Theil aus Stickstoffgas besteht, so nimmt doch die Pflanze ihren Stickstoff nicht aus der Luft auf, sondern sie bezieht ihn ebenfalls durch die Wurzel und zwar in einer chemischen Verbindung mit Wasserstoff, die man Ammoniak nennt.

Das Ammoniak ist eigentlich ein Gas und es entsteht allenthalben aus thierischen Körpern, die in Verwesung übergehen, und veranlaßt damit den sehr durchdringenden Geruch, der sich hierbei entwickelt. Wasser hat indessen die Eigenschaft, einen außerordentlich großen Theil dieses Gases in sich aufzunehmen, je ein Maß Wasser kann 500 Maße Ammoniakgas aufnehmen, so das hierdurch die Ammoniakflüssigkeit entsteht, welche in jeder Apotheke zu haben ist.

Der Dünger, der zum großen Theil aus verwesenden

Stoffen besteht, entwickelt nun im Boden, mit dem er vermischt worden ist, das Ammoniakgas. Das Regenwasser indessen, das hinzukommt, nimmt dieses Gas in sich auf, und die Wurzeln, die das Wasser in sich aufnehmen, bringen auf diesem Wege den nöthigen Stickstoff in die Pflanze.

XI. Womit und wie man die Pflanzen füttern muß.

Nachdem wir nun gesehen haben, wie die chemischen Stoffe in die Pflanzen hineingelangen, haben wir noch einige andere Stoffe zu betrachten, die gleichfalls Bestandtheile der Pflanzen sind, und dann werden wir sofort auf die eigentlichen Grundsätze der landwirthschaftlichen Chemie in aller Kürze kommen können.

Jedermann weiß, daß, wenn man Holz, Stroh oder andere Pflanzenstoffe verbrennt, eine Portion Asche unverbrennlich zurückbleibt. Wo kommt diese Asche her? und woraus besteht diese Asche?

Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff geben keine Asche. Diese Hauptstoffe der Pflanze gehen bei der Verbrennung davon, sie werden alle luftförmig und lassen keinen Rückstand übrig. Die Asche rührt von andern Stoffen her, die jede Pflanze in sich haben muß, und dies sind einige Erdstoffe, Kalkverbindungen und Salze.

Die hauptsächlichsten Stoffe, die die unverbrennliche Asche bilden, sind: die metallischen Stoffe Kalium, Natrium, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd, und hierzu kommen noch Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kohlensäure und Kieselsäure, die mit den erst genannten Metallstoffen chemische Verbindungen eingegangen sind.

Will man nun wissen, welch' ein Boden für eine bestimmte Pflanze tauglich ist, so muß man nicht nur die Hauptstoffe dieser Pflanze, sondern auch deren Asche untersuchen und sehen, welcher Art diese Asche ist. Die Asche vom Weizen ist durchaus verschieden von Kartoffel-Asche, die Asche des Büchenholzes ist anders als die vom Kiehnholze. Jede Art Pflanze hat eine andere Art Asche, die von anderen Stoffen herrührt, und deshalb hat die landwirthschaftliche Chemie große Sorgfalt auf die Untersuchung der Asche von jeder Pflanze verwendet, und ausführliche Angaben sowohl über die Stoffe, wie über die Menge und Mischung derselben gemacht.

Diese Bestandtheile, deren Stoffe wir oben angegeben haben, sind wirkliche Bestandtheile der Pflanzen und nicht eben diesen zufällig beigemischt. Die genauesten Versuche haben gezeigt, daß man nicht im Stande ist, eine Pflanze auf einem Boden zu ziehen, der wohl Stoffe hat, aus welchen später Asche wird, dem aber grade die Stoffe fehlen, welche in der Asche dieser besonderen Pflanze enthalten sind. Und deshalb wird der Boden des Ackerlandes von dem wissenschaftlich gebildeten Landwirthe stets chemisch untersucht, damit er erfahre, welche Saat er diesem bestimmten Boden anvertrauen kann.

Wir können hier nicht die Art, wie man den Boden chemisch untersucht, angeben. Wir wollen nur soviel sagen, daß es jetzt ausreicht, ein Glas voll Erde aus einem Ackerland zu einem tüchtigen Chemiker zu bringen, um von ihm zu erfahren, welche Pflanze hier gedeihen wird, oder welchen Stoff man künstlich hineinbringen muß in den Boden, um eine gewisse Pflanze mit Erfolg darauf ziehen zu können. — Als Hauptgrundsatz aber steht das Eine fest, daß Asche-Bestandtheile nur durch die Wurzel in die Pflanze gelangen, und da die Wurzel nur

Wasser aufnimmt, so müssen alle die Stoffe, die wir eben als die Asche gebenden angeführt haben, in solcher Verbindung in der Erde vorhanden sein, daß sie sich im Wasser auflösen können.

Nach diesen allgemeinen Grundzügen der landwirthschaftlichen Chemie sind wir im Stande, unsern aufmerksamern Lesern manche Erscheinung in der Landwirthschaft zu erklären, die sonst selbst den Landwirthen, die sie täglich vor sich sehen, ein Räthsel war, und manche von den Arbeiten des Landmannes verständlich zu machen, die der ungebildete Bauer verrichtet, ohne den Nutzen noch den Zweck derselben sich deutlich machen zu können.

Vor allem pflügt der Landmann den Boden; d. h. er lockert ihn auf und wirft die Schollen um, damit das, was früher auf dem Boden war, jetzt unter denselben kommt, und was unten, jetzt obenauf liege. Zu welchem Zweck geschieht dies? Es geschieht damit der Regen und der Sauerstoff der Luft tiefer in den Boden eindringt, als es im festen Boden möglich ist. Wenn im Boden feste Stoffe vorhanden sind, die zur Speise der Pflanze, die er säen will, dienen können, so helfen sie dem Landmanne nichts. Die Stoffe müssen ja erst im Wasser aufgelöst sein, ehe sie in die Pflanze eintreten können. Nun haben wir schon am Kohlenstoff gesehen, daß er ein fester Körper ist, so lange er allein bleibt, daß er aber luftförmig wird, sobald er sich mit Sauerstoff verbindet. Befindet sich nun im Boden eines Ackerlandes eine große Masse von Wurzeln vorjähriger Pflanzen, so helfen sie, sobald sie sich nicht schnell im Regenwasser auflösen können, nichts für die Nahrung der neuen Pflanze. Werden aber diese Wurzeln nach oben geworfen, wo Luft und Regen auf sie einwirken, dann gehen sie in Verwesung über oder richtiger, sie verbinden sich meistens mit dem

Sauerstoff der Luft und werden dadurch im Wasser löslich, und der nächste Regen, der über das Feld fällt, wird schon getränkt mit Speisestoffen für die neue Pflanze, und sie gedeiht ungleich besser, als wenn der Boden nicht umgekehrt worden wäre.

Die Hauptsache aber bleibt die Düngung des Feldes, und die Bedeutung derselben wollen wir nunmehr kennen lernen.

XLI. Die Düngung des Feldes.

Die wichtigste Aufgabe der landwirthschaftlichen Chemie besteht in der genauen Untersuchung des Düngers, in der Erforschung seiner Bestandtheile und in der fortschreitenden Kenntniß von der Wirksamkeit jedes Theiles des Düngers.

Der Unkundige wird es kaum glauben, wenn wir versichern, daß die weltberühmtesten Chemiker unserer Zeit gerade hierauf ihr Augenmerk gerichtet und in der Untersuchung solcher Stoffe, die gewöhnlich Ekel erregend sind, unermüdliche Thätigkeit entwickelt haben. Dafür aber hat die Landwirthschaft schon so viel gewonnen, daß man weiß, welche Stoffe es sind, die dem Dünger eigentlich seinen Werth verleihen, daß schon einzelne Wirthschaften auf einem wissenschaftlichen Fuße eingerichtet sind und ihre Fruchtbarkeit sich ungemein dadurch gesteigert hat. Ja, man darf hoffen, daß mit der Verbreitung chemischer Kenntnisse und deren Anwendung auf die Landwirthschaft die Fruchtbarkeit unserer Felder stets zunehmen werde.

Der natürliche Dünger besteht aus faulenden Pflanzen und in Fäulniß übergegangenen Thierstoffen. Die abgefallenen Blätter der Bäume, das Kraut vieler Pflanzen und die in der Erde liegenden Wurzeln bestehen aus den-

selben Stoffen, aus denen die Natur neue Pflanzen schaffen kann; aber sie müssen, wie wir bereits wissen, zu diesem Zwecke im Wasser auflöslich, und damit sie das werden, müssen sie in Fäulniß übergegangen sein und sich zu einer schwarzen Masse verwandeln, die man Humus nennt. Es wird schon Jedermann beobachtet haben, wie ein Blatt im Herbst, wenn es abgefallen ist, anfängt braun zu werden, endlich schwarz und dann krümlicht wird, so daß es in Staub zerfällt, der vom Regen weggespült und der Erde beigemischt wird. Ganz in derselben Weise geschieht es mit allen Pflanzenresten, und diese Fäulniß, dieses Rückkehren zu den Urstoffen ist die Quelle eines neuen Pflanzenlebens, denn die neue Saat wird von jenen Stoffen der alten Pflanzen gespeist.

Aber eine Pflanzenspeise ist es, die dem Humus hauptsächlich fehlt, und diese ist darum für uns von großer Wichtigkeit, weil dieser Stoff dem thierischen Leib ganz unumgänglich nöthig ist. Und dieser Stoff ist der Stickstoff. —

Wir haben es bereits erwähnt, daß ein großer Theil der Pflanzen nur aus den drei Stoffen, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht; dahingegen ist in Thieren und Menschen der Stickstoff ein Hauptbestandtheil, und deshalb haben diejenigen Pflanzen, die auch Stickstoff enthalten, die größte Wichtigkeit für Thiere und Menschen.

Weshalb sättigen Obst und Gemüse-Arten den Menschen so wenig, und warum muß er zu seiner Hauptnahrung gerade Getreide und Hülsenfrüchte haben? — Es rührt dies daher, daß in Obst- und Gemüse-Arten der Stickstoff meist ganz fehlt, im Getreide und in Hülsenfrüchten aber der Stickstoff in reicherem Maße vorhanden ist. Da aber das Fleisch unseres Leibes stickstoffhaltig

ist, so müssen wir, um dasselbe stets neu zu bilden, auch stickstoffhaltige Stoffe genießen. Und daher rührt die Wichtigkeit der stickstoffhaltigen Pflanzen, deren Erziehung eigentlich die Hauptaufgabe der Landwirthschaft ist.

Soll aber eine stickstoffhaltige Pflanze, soll Getreide oder Hülsenfrucht gedeihen, so muß sie im Boden Stickstoff vorfinden, und dieser ist im Humus, in den verfaulten Pflanzenresten nicht oder in nur geringem Maße vorhanden; er muß vielmehr dem Boden zugebracht werden, und zwar durch in Fäulniß übergegangene Thierstoffe. Und das ist es, was den sonst Ekel erregenden Abgängen von Thieren und Menschen den hohen Werth für die Landwirthschaft verleiht, so daß das, was wir nicht schnell genug aus den Häusern und Städten entfernen können, von den Landwirthen als kostbarer Stoff auf die Felder gebracht wird.

Der Stickstoff ist in dem Dünger aus Thierabgängen in jener Form vorhanden, die wir bereits erwähnt haben, nämlich in der Verbindung mit Wasserstoff, als Ammoniak. Das Ammoniak, das vom Regenwasser aufgesogen wird, gelangt durch die Wurzel in die Pflanze, und hierdurch bietet der Thier- und Menschendünger in leichter Weise der Pflanze eine Speise dar, die sonst in der Natur zwar sehr reichlich vorhanden ist, aber nicht in der Form, in welcher sie im Wasser sich auflösen kann.

Und hier gerade ist es, wo die wissenschaftliche Landwirthschaft ganz außerordentliche Erfolge erzielt hat. Seit unendlichen Zeiten hat man das Feld gedüngt, aber so lange man nicht wußte, was denn im Dünger so wohlthätig wirkt, hat man den Dünger nicht durch ein anderes Mittel ersetzen können. Die Landwirthe waren genöthigt, stets einen großen Viehstand zu halten, damit sie Dünger für ihre Felder haben, und die Frucht ihrer Felder mußte

wiederum dienen, um den Viehstand zu erhalten.—Seit-dem man aber weiß, daß es nur hauptsächlich das Ammoniak ist, das auf die Felder so wohlthätig einwirkt, hat man angefangen, andere Düngmittel zu suchen, die reich an Ammoniak sind, wie die Pflege und Verarbeitung des Düngers.

Die gemahlenen Knochen, das Rapsmehl und der Guano sind jetzt die Düngmittel in wissenschaftlich getriebenen Landwirthschaften. In England sind diese Düngmittel, die sehr reich an Stickstoff sind, sehr gebräuchlich; in Deutschland zeichnet sich Sachsen dadurch aus, indem daselbst die größeren Wirtschaften schon seit zwanzig Jahren mit diesen neuen bequemen, keinen Viehstand erfordernden Mitteln düngen, und nach dem Zeugniß der gebildetsten Sachkenner stets einen steigenden Ertrag in ihrer Ernte erzielen, der bei dem gewöhnlichen Dünger nicht möglich gewesen wäre. —

XLII. Die wissenschaftliche Untersuchung des Düngers.

Aber nicht nur einen Ersatz des gewöhnlichen Düngers wußte die landwirthschaftliche Chemie ausfindig zu machen sondern sie hat auch eine wissenschaftliche Behandlung des bisherigen Düngers gelehrt, und wenn diese Lehre nur erst wird im Bauernstand um sich gegriffen haben, dann wird die Einnahme des Landmannes sich erhöhen, der Speisestoff billiger werden und auch die Gesundheit der Menschen sich wesentlich verbessern.

Es ist nämlich eine Eigenschaft des natürlichen Düngers, daß er erst dann wirksam auf die Pflanze ist, wenn er in Fäulniß übergegangen ist. Dadurch entsteht dann der widerwärtige Geruch, der die Luft verpestet; denn

das Ammoniak, die eigentliche werthvollste Pflanzenspeise ist ein Gas, das in der Luft verfliegt. Hierdurch aber entsteht nicht nur oft Erkranken von Thieren und Menschen, besonders in warmer, trockener Jahreszeit, sondern der Dünger verliert dabei seine eigentliche Nährkraft für die Pflanzen und liefert, auf das Feld gebracht, eine nur spärliche Ernte.

Die Bauern haben das unschickliche Sprüchwort: „was stinkt, das düngt!" und freuen sich, wenn der Dünger einen recht stechenden Geruch hat, aber sie wissen nicht, daß dieses üble Sprüchwort ihnen auch viel Uebel verursacht und großen Schaden zufügt. Es ist ganz richtig, daß gerade derselbe Stoff, der so eindringlich widerlich im Geruch, das wirkliche Düngmittel ist; aber gerade das, was schon gerochen wird, das ist in die Luft verflogen und düngt nicht mehr. Der übelriechende Dünger verliert mit jedem Augenblick seinen Werth, sein Ammoniak verfliegt und es bleiben nur die Reste übrig, die wohl Asche, aber nicht Nahrung den Pflanzen darbieten.

Die landwirthschaftliche Chemie hat nun ein einfaches Mittel, diesen Uebeln abzuhelfen, und es wird dasselbe auch von gebildeten Landwirthen, namentlich in England, angewandt, so daß der Dünger dort nicht riecht, aber dafür vortrefflich düngt. Der gebildete Landwirth begießt den Dünger mit Schwefelsäure; dadurch bildet sich das geruchlose schwefelsaure Ammoniak, das als ein chemisches Salz auch in unseren Apotheken zu haben ist. Dieses Salz löst sich mit Leichtigkeit im Wasser auf und liefert den Pflanzen nicht nur eine reichliche Ammoniak-Speise, sondern auch Schwefel, der ebenfalls ein Bestandtheil der nährenden Fruchtarten ist, und hierbei ist außerdem noch der Vortheil, daß durch diese Lösung noch andere

Stoffe des Düngers, oder des Bodens, die sonst unlöslich bleiben, jetzt sich leichter im Regenwasser auflösen.

Es ist eine wissenschaftlich ganz ausgemachte Thatsache und sie wird von der englischen Landwirthschaft bestätigt, daß durch Aufwand von einem einzigen Groschen für Schwefelsäure der Dünger um fünf Groschen mehr werth wird, als wenn man ihn ohne Schwefelsäure läßt.

Man sollte kaum glauben, daß solch eine leichte Lehre gestützt auf gute und gründliche Erfahrungen, so schwer Eingang bei den Bauern finden könne, und doch ist es der Fall. Der ungebildete Bauer ist von einem Eigensinn und Dünkel besessen, der sehr schwer zu bekämpfen ist, der leider aber ihm zum Schaden und der Menschheit zum Nachtheil gereicht.

Aber nicht nur den Eigensinn des Bauern allein haben wir zu beklagen, sondern auch in den Städten ist der Sinn für wissenschaftliche Chemie noch sehr unausgebildet, und gerade in Bezug auf den Dünger sehen wir selbst gebildete Hauswirthe ein Mittel der Chemie verschmähen, das ihr Haus vor verpestendem Geruch bewahren und den Werth ihrer Mistgruben erhöhen kann.

Das Eisenvitriol, eine Verbindung von Eisenoxyd und Schwefelsäure, ist ein vortreffliches Mittel, den Geruch der Abtritte vollkommen zu vernichten. Während die Schwefelsäure nur das Ammoniak geruchlos macht, wird durch das Eisenvitriol auch der weit ekelhaftere Geruch des Schwefelwasserstoffs, der nach faulen Eiern riecht, vernichtet. Hierdurch aber entsteht eine wesentliche Verbesserung des häuslichen Düngers, und die Hauswirthe würden, wenn sie nur die Probe machen wollten, schon die Bauern zur Ueberzeugung bringen, daß der nichtriechende Dünger der bessere ist, weil er seine eigentliche Nährkraft nicht in die Luft sendet, sondern der Pflanze abgiebt. —

Die Erfahrungen haben gelehrt, daß durch solche vernünftige Behandlung des Düngers ein Getreideland nahe um ein Drittel mehr Frucht bringt, und Grasland sogar eine fünfmal bessere Ernte lieferte, als bei gewöhnlichem Dünger.

Freilich giebt es schon gebildete große Gutsbesitzer, die der landwirthschaftlichen Chemie Ehre machen, und dabei reichlichen Gewinn erzielen. Sie setzen, wenn nicht Schwefelsäure, so doch wenigstens Gips zur Düngung, da der Gips, der eigentlich schwefelsaurer Kalk ist, ähnliche Wirkungen hervorbringt; allein so lange die landwirthschaftliche Chemie nicht bis zu den Bauern hinabbringt, so lange ist ein wesentlicher Gewinn für das gesammte Volk nicht zu erwarten.

Die allgemeine Belehrung des Landvolkes ist daher von der größten Wichtigkeit für die Menschen, und diese Belehrung, die wir hier freilich nur in aller Kürze anführen konnten, ist eben nur durch die Verbreitung chemischer Kenntnisse möglich.

XLIII. Die Entdeckung neuer Stoffe.

Nachdem wir unsern Lesern in das Wesen der neueren landwirthschaftlichen Chemie einen Einblick verschafft haben, werden sie sicherlich den Nutzen der Pflege der organischen Chemie nicht mehr bezweifeln und wir wollen jetzt die zwei andern Hauptaufgaben der Chemie kennen lernen, um auch deren Bedeutung einmal zur allgemeinen Kenntniß zu bringen.

Wir haben bereits erwähnt, daß es die zweite Hauptaufgabe der organischen Chemie ist, aus den Pflanzen- und Thierstoffen, die außerordentlich mannigfaltig sind, neue chemische Stoffe zu entdecken; neue Stoffe, die dann

durch die Kunst und die Wissenschaft für die Menschheit nutzbar gemacht werden können.

Es ist rein unmöglich, die Zahl der neuen Stoffe, die bereits entdeckt sind, auch nur entfernt anzugeben. Wollte man auch nur die Namen all' der Stoffe und ihrer Verbindungen anführen, die seit den letzten Jahren entdeckt worden sind, so würden sie schon in die Tausende hineingehen. Ein Chemiker, der ein Jahrzehnt nicht auf den Fortschritt dieser Wissenschaft geblickt hat, würde erschrekken vor all' dem großen Material, das er plötzlich vorfände und nun zu studiren hätte.

Wir haben schon gesagt, daß die Zahl der neuen Stoffe so groß ist, daß die Sprache verlegen ist, ihnen allen Namen zu geben, und man sich jetzt schon mit sehr künstlichen Mitteln behelfen muß, um die Stoffe ähnlicher Gattung genauer von einander zu unterscheiden.

Als ein kleines Beispiel von vielen unzähligen Beispielen wollen wir Folgendes anführen. Jeder unserer Leser kennt den Steinkohlentheer, mit welchem man die Dorn'schen Dächer oder Holz überzieht, um sie gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen. Aus diesem Theer kann man ein Oel ziehen, wonach ein Stoff übrig bleibt, den man künstlichen Asphalt nennt und der zum Straßenpflaster dient. Aus diesem Theer sind aber noch ganz andere Stoffe gewonnen worden, die selbst dem Namen nach den Lesern unbekannt sein werden. Man gewinnt aus ihm Kyanol, Pyrol, Leukol, Karbolsäure, Kieselsäure, Brunolsäure, Naphtalin und noch mehrere andere Stoffe. Von diesen Stoffen ist das Naphtalin ein kampferähnlicher Körper, der wieder der Stammvater einer großen Masse neuer Stoffe ist. Durch Einwirkung von Salpetersäure gewinnt man aus dem Naphtalin eine große Reihe neuer Stoffe, die in ihrer Wirkung und Na-

tur sehr verschieden sind und aus deren Reihe wir nur folgende hervorheben: Nitro=Naphtalase, Nitro=Naphtalese, Nitro=Naphtaleise, Nitro=Naphtalise, Nitro=Naphtale, Nitro=Naphtalesinsäure, Nitro=Naphtaleseinsäure, Nitro=Naphtalisinsäure, Photelsäure, Photalmide, u. s. w. — In Verbindung mit Chlor macht das Naphtalin nochmals die Reihe der Verwandlungen zu einem Dutzend neuer Stoffe durch, und jedem dieser Stoffe steht noch das Schicksal bevor, ein Stammstoff für viele Dutzend anderer neuer Stoffe zu werden.

Es läßt sich voraussehen, daß das Gebiet der Entdeckungen neuer Stoffe ganz unbegrenzt ist und es nicht nur an Worten, sondern bald an Vokalen fehlen wird, um jedem neuen Stoff, der in der Zukunft noch entdeckt wird, seinen Namen zu geben. — Diese Mannigfaltigkeit aber herrscht nur in der organischen Natur, obwohl sie meisthin nur aus den vier Urstoffen besteht, mit welchen wir unsern Abschnitt begonnen haben, aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff.

Freilich könnte man fragen: welchen Nutzen gewähren diese neuen Stoffe? Wie viele von ihnen wußte man schon zum Wohl der Menschheit zu verwenden? Was kümmert es uns, wenn die neuen Stoffe die Laboratorien der Chemiker füllen, sobald sie noch nicht für gewisse Zwecke brauchbar geworden sind?

Allein jeder Einsichtige wird hierauf antworten, daß erstens viele neue Stoffe wirklich Verwendungen gefunden haben, in denen kein anderer Stoff sie ersetzen kann. Wir haben beispielsweise schon einen neuen Stoff, die Pyro=Gallussäure angeführt, die schon längerer Zeit bekannt, aber nicht nutzbar gemacht worden war, bis man vor etwa zehn Jahren ihren unvergleichlichen Nutzen für die Photographie erkannte. Auch das Jod war seiner

Zeit ein neuer Stoff, den man nicht zu verwenden wußte, und jetzt ist seine Verwendung so bedeutend, daß er von Jahr zu Jahr theurer wird. — Ganz in derselben Weise wird es auch mit vielen anderen neuen Stoffen gehen, wenn man nur ihre Eigenschaften wird genauer kennen lernen. Ja, man kann mit Sicherheit sagen, daß mancher neue Stoff, der jetzt nur der Merkwürdigkeit wegen und des wissenschaftlichen Interesses halber in den chemischen Werkstätten des Gelehrten hergestellt wird, ein Fabrikationszweig zu werden bestimmt ist, der viele hundert Menschenhände beschäftigen, viele Familien ernähren wird. —

Um noch ein Beispiel hierfür anzuführen, wollen wir eines zweiten chemischen Erzeugnisses erwähnen, das gleichfalls ein nothwendiger Artikel für den Photographen ist. Als vor zwanzig Jahren die Lichtbilder erfunden wurden, war man nicht im Stande, solche Bilder vor der Einwirkung des Tageslichtes zu schützen, so daß man sie nur Abends bei Lampenlicht ansehen und anstaunen konnte. Da wurde denn die weitere Entdeckung gemacht, daß ein Salz, und zwar eine Art halbfertiges Glaubersalz, das unterschwefligsaure Natron die Bilder vor weiterer Licht-Einwirkung schütze. Dieses Salz, das man sonst nur in chemischen Laboratorien als Gelehrten-Rarität darstellte, kostete damals an zwei Thaler das Loth; jetzt wo man es allgemein anwendet, ist es ein großer Handels-Artikel geworden und man fabrizirt es in solcher Masse, daß das Pfund nur sechs Silbergroschen kostet.

Wir haben schon bei der landwirthschaftlichen Chemie gesehen, daß die Praxis sich noch nicht der Vortheile der neuen Entdeckungen zu bemächtigen versteht; wir können dies in weit, weit größerem Maße von der Entdeckung neuer Stoffe sagen. Die Aufgabe der Chemiker ist es,

diese zu finden, und sie arbeiten rüstig daran; sie nutzbar zu machen ist Aufgabe der Welt der Arbeiter, der Künstler, der Technologen, der Polytechniker, und diese — das müssen wir sagen — halten in ihren Fortschritten, die wahrlich bedeutend sind, mit der chemischen Wissenschaft nicht gleichen Schritt.

Darum aber gebührt der chemischen Wissenschaft die Ehre und besondere Vorliebe des Volkes.

XLIV. Die freiwilligen Veränderungen der Pflanzenstoffe.

Die interessanteste Aufgabe der organischen Chemie, die wir unsern Lesern noch vorführen wollten, ist die Beobachtung, die Erforschung und die Anordnung der freiwilligen Veränderungen, welche hauptsächlich die Pflanzenstoffe annehmen, wenn sie verschiedenen Einflüssen ausgesetzt sind.

Um dies deutlicher zu machen, wollen wir die bekannte Thatsache anführen, daß es viele Früchte giebt, die ihre Beschaffenheit bedeutend verändern, wenn man sie ruhig liegen läßt. Viele Aepfelsorten, die in frischem Zustande sauer und hart sind, werden erst genießbar, wenn sie einige Monate gelagert haben. Man sollte kaum glauben, daß dies auch Chemie ist, aber es ist in Wirklichkeit ein chemischer Vorgang, der in dem Apfel stattfindet. Mohrrüben werden, wenn sie lange liegen, holzig, das ist auch ein chemischer Vorgang, denn es ist ja die Umwandlung eines Stoffes in einen andern. Mit den Kartoffeln geht gleichfalls eine wichtige Umwandlung vor, wenn man sie liegen läßt. Wir wollen diese freiwilligen Verwandlungen einmal näher kennen lernen, denn wir werden später sehen, welch' wichtige Resultate man daraus zieht.

Die Kartoffeln haben einen Hauptbestandtheil von Stärkemehl, welches eigentlich der Kartoffel ihren Werth giebt; aber sie hat nicht zu allen Zeiten einen gleichen Reichthum davon. 100 Pfund Kartoffeln haben im August 10 Pfund Stärkemehl in sich, im September steigt der Mehlgehalt und 100 Pfund von derselben Kartoffelsorte haben in diesem Monat schon 14 Pfund Stärkemehl in sich. Im October wird die Kartoffel noch besser; 100 Pfund Kartoffeln enthalten dann 15 Pfund Stärke; im November hat sie 16 Pfund; im December 17 Pfund; im Januar 17 Pfund; im Februar 16 Pfund; im März 15 Pfund; im April 13 Pfund; im Mai 10 Pfund. Im Juni und Juli werden sie weich, schleimig und süß von Geschmack. Ja, schon im Frühjahr fangen sie an, Wurzeln auszustecken und werden bartig oder richtiger auswüchsig.

Das Alles sind chemische Veränderungen des Inhalts der Kartoffeln, und dies wird nun Jedermann zur Ueberzeugung bringen, daß in den Pflanzenstoffen etwas ganz Eigenes vorgeht, selbst wenn man mit ihnen nichts vornimmt und sie scheinbar ganz ruhig liegen bleiben.

Dies alles zu beobachten, ist die interessante Aufgabe der Chemiker; aber das Interessante ihrer Aufgabe wird von dem Nutzen weit überwogen, den uns ihre Erforschungen dieser Thatsachen bringen.

Der Chemiker zerlegt nicht nur jede Pflanze und jede Frucht und lernt dadurch, woraus die Natur diese Dinge aufgebaut hat, sondern er erforscht auch die Veränderungen, welche mit der Pflanze oder deren einzelnen Theilen oder Früchten vorgehen, wenn man sie sich selber überläßt, wenn man sie im Wasser weicht, wenn man sie der Wärme aussetzt, wenn man sie dem Licht ausstellt oder sie im Finstern läßt, wenn man sie mit andern Stoffen

in Berührung oder Mischung bringt. Mit einem Worte: der Chemiker studirt auf's Fleißigste die große Reihe von freiwilligen und künstlichen Umwandlungen, die ein Pflanzenstoff durchmacht vom Augenblicke an, wo man ihn von der Wurzel abschneidet, bis zu dem Moment, wo er ganz zerfallen und wieder in die Urstoffe verwandelt ist, aus denen er einst von der Natur aufgebaut worden.

All' das, was man im gewöhnlichen Leben: Brennen, Sengen, Verkohlen, Modern, Faulen, Verwesen, Gähren, Gerinnen, Dumpfigwerden, Schalwerden, Sauerwerden, Verbleichen, Verschießen und Zerfallen nennt, das alles sind chemische Veränderungen der organischen Stoffe, deren Kenntniß von der größten Wichtigkeit ist; denn nur durch diese Vorgänge, die theils freiwillig, theils künstlich eintreten, erhält man Veränderungen der Pflanzenstoffe, aus denen die nützlichsten Dinge der Welt gemacht werden.

Um die Wichtigkeit dieser Vorgänge, deren Studium und Anwendung für praktische Zwecke zu zeigen, wollen wir wieder die Kartoffel als Beispiel nehmen und einmal in aller Kürze darthun, wie und auf welchem Wege man durch solche Veränderungen aus der Kartoffel Mehl machen kann; aus dem Mehl Gummi; aus dem Gummi Dextrin; aus dem Dextrin Zucker; aus dem Zucker Spiritus; aus dem Spiritus Essig. Unsere Leser werden hieraus ersehen, wieviel Brauer, Brenner, und Fabrikanten der verschiedensten Zweige, wie viel überhaupt die Welt, die Fabrikate der Art benutzt, der Chemie zu verdanken hat.

Wenn wir aber versichern, daß all' die Veränderungen und deren Studium noch geringfügig genannt werden dürfen gegenüber den praktischen Folgen der chemischen Studien im Ganzen, so wird es Jedermann einleuchten,

daß die Chemie zu den Wissenschaften gehört, die Niemandem in der Welt mehr unbekannt sein dürfen, der auf einen, wenn auch nur geringen Grad der Bildung Anspruch machen will.

XLV. Die Verwandlungen einer Kartoffel in Mehl und Stärke.

Um die Verwandlungen kennen zu lernen, welche die chemische Kunst durch geeignete Behandlung der Pflanzen hervorzubringen vermag, wollen wir nunmehr die Verwandlungen der bei uns so wichtig gewordenen Kartoffel, aus der man fast Alles machen kann, vorführen.

Einige kleine Versuche, die man sehr leicht selbst anstellen kann, werden unsern Lesern hoffentlich willkommen sein.

Man schneide einige abgeschälte rohe Kartoffeln in dünne Scheiben und übergieße sie mit Wasser, in welches man etwas Schwefelsäure gemischt hat. Das Wasser braucht nur schwach angesäuert zu sein, so daß auf ein Loth Wasser vier Tropfen Schwefelsäure vollkommen ausreichen.

Läßt man die Kartoffelscheiben durch 24 Stunden in diesem angesäuerten Wasser stehen, so ist mit ihnen eine chemische Verwandlung vorgegangen, die wir sogleich kennen lernen werden. Man gieße jetzt das gesäuerte Wasser ab und spüle die Kartoffelscheiben mit reinem Wasser so lange, bis jede Spur von Säure verschwunden ist. Läßt man nun die Kartoffelscheiben in einer mäßig warmen Ofenröhre vollkommen abtrocknen, so sind die Kartoffelscheiben zerreiblich geworden und bilden das bekannte Kartoffelmehl.

Die Kartoffel wird in dieser Weise in Mehl verwan-

delt. Aus einer Berechnung des verdienstvollen Naturforschers Professor Magnus in Berlin folgt zwar, daß eine solche Umwandlung als Gewerbe im Großen nicht lohnend ist; jedoch in kleinen Wirthschaften, wo man dergleichen als Nebenbeschäftigung treiben kann, wird diese Operation vielfach vorgenommen, und man verdankt derselben das für Backwerke und in Haushaltungen sehr beliebte Kartoffelmehl, das man in den Mehlhandlungen käuflich haben kann.

Die Verwandlung, die hier mit der Kartoffel vor sich gegangen ist, besteht darin, daß sowohl das Pflanzen-Eiweiß der Kartoffel wie die Pflanzenfaser und ein Farbestoff, den sie enthält, im angesäuerten Wasser aufgelöst worden sind. Da man nun dies Wasser fortgespült hat, so blieb von der Kartoffel nur ihr werthvoller Hauptbestandtheil, das Stärkemehl, übrig.

Was dieses Mehl von Weizenmehl unterscheidet, ist, daß im Weizenmehl ein großer Reichthum von Kleber vorhanden ist, einem nahrhaften klebrigen Stoff, der mit dem Eiweiß in seiner Zusammensetzung vollkommen übereinstimmt, weshalb sich auch Weizenmehl klümperig, während sich das Kartoffelmehl trockenstaubig anfühlt.

Durch geeignete Behandlung verwandelt man das Kartoffelmehl in die gewöhnliche Stärke, die man zur Wäsche benutzt. Angefeuchtet und unter stetem Umrühren gelind erhitzt, erhält man aus der Stärke harte hornartige Krümelchen, die man Sago nennt, weil sie die größte Aehnlichkeit mit der echten Sago haben, welche aus Stärkemehl bereitet wird, daß sich im Marke mancher Palmbäume Indiens befindet. Die unächte Sago schwillt wie die echte mit kochendem Wasser übergossen auf und bildet glasartige weiche Kügelchen, die ein beliebter Zusatz zur Fleischbrühe sind.

Daß man aus der Stärke Kleister bereitet, weiß jede Hausfrau. Hierbei saugen die Stärkekörnchen das heiße Wasser ein und schwellen auf; weniger bekannt dürfte es den Hausfrauen sein, daß unser Reis und Gries ihr Aufschwellen und Kleistrigwerden während des Kochens gleichfalls nur der Stärke verdanken, welche in diesen Speisestoffen vorhanden ist.

Eine bedeutende chemische Veränderung geht in dem Kleister vor sich, wenn man ihn längere Zeit an einem warmen Orte stehen läßt. Er wird nach und nach dünn und sauer und bildet endlich eine Säure in sich aus, die man Milchsäure nennt, denn es ist dieselbe Säure, welche sich beim Sauerwerden der Milch erzeugt. — Auf chemischem Wege kann man die Milchsäure herausziehen und in einen festen Körper verwandeln und in Verbindung mit andern Stoffen eine große Reihe chemischer Körper aus ihr bilden.

Nicht minder läßt sich die Stärke auf verschiedene Weis in einen andern Körper verwandeln und zwar zunächst in Gummi.

Erhitzt man etwas Stärke in einem Blechlöffel, während man stets umrührt, damit die Stärke nicht anbackt oder anbrennt, so verwandelt sie sich in Gummi, dessen Verwendung zu vielen Zwecken, namentlich als Verbindungs- und Klebemittel bekannt genug ist. Sie nimmt hierbei eine Eigenschaft an, die sie früher nicht hatte. Während die Stärke in kaltem Wasser sich nicht auflöste, löst sich der Gummi vollkommen darin auf, und man sieht hieraus, wie die Wärme allein die Eigenschaft eines Körpers vollständig umkehren und aus einem Stoffe einen ganz andern zu machen vermag.

Wir haben all' die bisherigen Verwandlungen nur angeführt, um vorerst die reichhaltigen Veränderungen zu

zeigen, die der Hauptstoff der Kartoffel, das Stärkemehl, erleiden kann; wir wollen aber jetzt zu dem interessanteren Theil der Veränderungen übergehen und zwar zur Verwandlung der Stärke in Zucker.

XLVI. Die Verwandlung der Kartoffel in Zucker.

Die Verwandlung der Kartoffelstärke in Zucker ist ebenso interessant wie lehrreich.

Man kann diese Verwandlung sehr leicht vollbringen und zwar in folgender Weise:

Man lasse circa fünf Loth Wasser, in welches man zwanzig Tropfen Schwefelsäure gegossen hat, lebhaft kochen, und schütte theelöffelweise während des Kochens etwa zwei Loth Stärke hinein, die man mit wenig kaltem Wasser zu einem Brei angerührt hat. Das Einschütten des Stärkebreies muß so geschehen, daß hierbei das Sauerwasser nicht aus dem Kochen kommt. Wenn alle Stärke eingeschüttet ist, so lasse man die Mischung noch einige Minuten aufkochen. Nunmehr nehme man sie vom Feuer und schütte in kleinen Portieonen Schlemmkreide hinein, bis jede Spur von Säure in der Flüssigkeit geschwunden ist. —

Ist dies der Fall, dann filtrire man die Mischung und koche die klare Flüssigkeit so lange, bis sie stark eindampft. Man wird nun finden, daß aus der Flüssigkeit Syrup geworden ist.

Durch ein geeignetes Verfahren, das man im Kleinen nicht gut nachmachen kann, ist man im Stande, den braunen Syrup in Kandiszucker, in gelben Kochzucker und weißen Stückenzucker zu verwandeln. Die Darstellung des Zuckers aus Stärke geschieht in großen Fabriken

und bildet jetzt einen großen Nahrungszweig für viele Menschen.

Das Interessante dieses Versuches ist außerordentlich lehrreich.

Untersucht man den Zucker oder den Syrup, so findet man in ihm weder Schwefelsäure noch Kreide. Beide Stoffe, Schwefelsäure und Kreide, sind nämlich beim Filtriren in dem Bodensatz zurückgeblieben. Beide Stoffe haben ihre Dienste geleistet und haben mit dem Syrup und Zucker nichts mehr zu thun. Worin aber diese Dienste bestanden haben, das ist eben die Frage, die sich die Wissenschaft zu stellen hat und welche wir nunmehr beantworten müssen.

Die Stärke sowohl wie der Zucker sind organische Stoffe, die beide ein und dieselben Bestandtheile haben. Stärke besteht aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, und Zucker besteht gleichfalls aus Sauerstoff, Wasserstoff, und Kohlenstoff. Aber nicht nur ihre Bestandtheile sind ganz gleich, sondern sie haben von jedem dieser Stoffe auch gleiche Portionen. Genau so viel Sauerstoff und Wasserstoff und Kohlenstoff in einem Pfund Zucker steckt, ganz genau eben so viel Sauerstoff und Wasserstoff und Kohlenstoff stecken in einem Pfund Stärke.

Warum aber bilden diese Stoffe in dem einen Fall Stärke und weshalb bilden eben dieselben Stoffe in ganz gleichem Mengen-Verhältniß in dem andern Fall Zucker?

Man kann sich dies nicht anders erklären, als daß man annimmt, daß in der Stärke diese Stoffe anders zu einander gelagert sind als in dem Zucker. In der Stärke kann beispielsweise immer ein Atom Wasserstoff in der Mitte zwischen einem Atom Sauerstoff und einem Atom Kohlenstoff liegen, während im Zucker immer ein

Atom Sauerstoff oder Stickstoff die Mitte zwischen den beiden andern Stoffen einnimmt. Die Verschiedenheit, wie diese Stoffe zu einander gelagert sind, bringt eine Verschiedenheit der Dinge hervor. In der einen Art der Lagerung bekommt die chemische Verbindung der Stoffe alle Merkmale und Eigenschaften der Stärke, in der andern Art erhalten die verbundenen Stoffe die Merkmale und Eigenschaften des Zuckers.

Zwar läßt kein noch so starkes Vergrößerungsglas, kein noch so kräftiges Mikroskop irgend wie diese Lagerung der Atome oder die Atome selber erkennen; allein es sind die wichtigsten und sprechendsten Anzeichen vorhanden, daß diese verschiedene Lagerung der Atome überhaupt die Verschiedenheit aller Körper von gleichen Bestandtheilen ausmacht, wenigstens steht so viel fest, daß diese Annahme die genügendste Aufklärung über eine große Reihe chemischer Räthsel giebt.

In diesem Sinne kann man sagen: Stärke und Zucker sind eins und dasselbe; in der Stärke liegen nur die Bestandtheile etwas anders geordnet, als im Zucker. —

Ist dies aber richtig — und hierfür sprechen außerordentlich viel Thatsachen — so erklärt man sich die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Stärke dahin, daß die Schwefelsäure die Eigenschaft besitzt, die Bestandtheile der Stärke anders zu lagern, anders zu ordnen, und zwar in jener Weise zu ordnen, wonach dieselben Stoffe sich zu Zucker umbilden.

Freilich ist dies eine Erklärung, für die nur die Erfahrung spricht; die Wissenschaft gesteht selber, daß sie das, was eigentlich in der Stärke vorgeht, wenn zu ihr Schwefelsäure kommt, noch nicht kennt. Sie sieht und benutzt die Wirkung, ohne das Geheimniß derselben bisher völlig erforscht zu haben. — Aber so viel steht fest,

daß es die Schwefelsäure ist, deren Gegenwart so wirkt, und daß eigentlich die Stärke schon Zucker geworden war, noch ehe man die Kreide hineingethan hatte.

Was für eine Rolle spielte aber hierbei die Kreide?

Die Kreide sollte, wie wir sogleich zeigen werden, nur die Schwefelsäure, die ihren Dienst geleistet hatte, einfangen, um mit der Kreide aus der Mischung hinausgeworfen werden zu können.

XLVII. Die Dienste der Schwefelsäure oder des Malzes.

Die Rolle, die die Kreide in dem im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Versuch spielt, läßt sich leicht einsehen, wenn man der eigentlichen Bestandtheile der Kreide sich erinnert, die wir bereits erwähnt haben.

Wie wir bereits gezeigt, verwandelt sich Kalkwasser schon in Kreidewasser, sobald man durch ein Glasrohr Luft hineinbläst. Die Kohlensäure, die wir ausathmen, hat eine Neigung, sich mit Kalk zu verbinden und kohlensauren Kalk zu bilden. Kreide aber ist nichts anderes als kohlensaurer Kalk. Es hat aber der Kalk eine noch weit größere Neigung, sich mit Schwefelsäure zu verbinden. Wenn man also auf kohlensauren Kalk, auf Kreide, etwas Schwefelsäure gießt, so verdrängt die Schwefelsäure die Kohlensäure aus der Kreide und setzt sich an deren Stelle. Man braucht nur ein Stückchen Kreide in ein Glas Wasser zu werfen, worin ein wenig Schwefelsäure ist, so wird man sofort wahrnehmen, daß von der Kreide aus ein Aufbrausen stattfindet. Es ist dies das Aufsteigen der Kohlensäure aus der Kreide, an deren Stelle der Kalk sich mit Schwefelsäure sättigt und nun einen neuen Körper bildet,

der wissenschaftlich schwefelsaurer Kalk heißt und im gewöhnlichen Leben Gyps genannt wird.

Indem wir nun in die im vorigen Abschnitte erwähnte Lösung Kreide hineingebracht haben, haben wir weiter nichts damit bezweckt, als daß wir die in der Flüssigkeit enthaltene Schwefelsäure, die ihre Dienste geleistet hatte, zu fesseln suchten und sie zwangen, Gyps zu bilden, der zu Boden sinkt, und indem wir die Flüssigkeit filtrirt und vom Gyps gereinigt haben, sind wir im Stande gewesen, die Schwefelsäure aus der Flüssigkeit hinauszuwerfen.

Die genaueste Untersuchung zeigt nun, daß weder eine Spur von Kreide, noch von Schwefelsäure in der Syrupslösung, die wir gewonnen haben, zurückgeblieben ist; es hat sich also, wie wir bereits gesagt, Stärke in Zucker umgewandelt, ohne daß ein neuer Stoff dazugetreten war. Zucker ist also verwandelte Stärke.

Wir werden sofort zeigen, daß man Zucker noch weiter verwandeln und ein ganz anderes Ding daraus ziehen kann, nämlich Spiritus, der auch Weingeist oder Alkohol genannt wird, und der bekanntlich nicht die mindeste Aehnlichkeit mit Zucker hat. Ein Glas Zuckerwasser ist ein unschuldiges Getränk, und ein Glas Branntwein hat schon Manchen in's Unglück gebracht und doch ist jeder Branntwein einmal Zucker gewesen und ist nur aus dem Zucker entstanden.

Bevor wir aber zeigen, wie das geschieht und was hierbei vorgeht, wollen wir nur noch eine wichtige Nebenbetrachtung anstellen.

Wir haben bereits angeführt, wie die Schwefelsäure das Kunststück versteht, daß ihre bloße Gegenwart die Stärke in Zucker umwandelt; wir müssen jetzt sagen, daß es noch einen Stoff giebt, der dies Kunststück kann, ja noch besser als die Schwefelsäure versteht, und das ist jede im Aus-

wachsen begriffene Getreidart, die man Malz nennt, und namentlich das Gerstenmalz.

Wie wir bereits gezeigt haben, kann man Gerste, die man mit Wasser übergießt und an einen warmen Ort stellt, zum Keimen und Wachsen bringen. Es bekommt jedes Gerstenkorn einen Halm und eine kleine Wurzel, ganz so, als ob man es in Erde eingepflanzt hätte. Trocknet man die Gerste in diesem Zustande, so erhält man das Malz der Bierbrauer. Uebergießt man nun dieses Malz, das man ein wenig zerstampft, mit etwas warmem Wasser, so zieht das Wasser einen Stoff aus dem Malz, den man D i a st a s e nennt, und diese Diastase versteht dasselbe Kunststück wie die Schwefelsäure; es verwandelt sich in ihrer Berührung die Stärke in Zucker. — Man kann sich diesen Vorgang auch nicht anders erklären, als den bei der Schwefelsäure, daß nämlich die Diastase so auf die Stärke einwirkt, daß ihre Atome sich anders und zwar so lagern, wie sie im Zucker gelagert sind, und folglich aus Stärke Zucker wird.

Hierdurch wird uns nicht nur mancher chemische Vorgang der Brauerei erklärt, in welcher das Bier süß wird, ohne daß der Brauer Zucker zuthut, sondern man erhält auch einen Einblick in die Veränderungen, die sich beim Wachsthum der Pflanzen zeigen.

Ein Gerstenkorn ist, wie wir bereits gesagt, die Muttermilch des künftigen Gerstenhälmchens; aber ganz wie die Muttermilch einen großen Reichthum an Zucker hat, weil das junge Kind viel Zucker genießen muß, ganz so wie die Natur das Blut der Mutter in der Mutterbrust zu die zuckerreiche Milch umwandelt, um sie für den Säugling gedeihlich zu machen, ganz eben so sorgt sie für das junge Pflänzchen. Ein Getreidekorn, ein Gerstenkorn

verwandelt sich in der Erde in Malz. Die Feuchtigkeit die hinzutritt, bildet in dem Korn die Diastase aus, und diese Diastase macht aus dem Stärkemehl des Gerstenkornes einen Zucker, der sich im Wasser auflöst, und die junge Pflanze wird wie ein junges Kind mit Zuckersaft gespeist. — Daher rührt der süße Geschmack der jungen Getreidehalme und namentlich der jungen Gerste.

Was wir im Großen in Zuckerfabriken treiben, treibt die Natur in der Mutterbrust und im kleinen Samenkorn. Sie treibt es freilich im Kleinen, und doch — wer möchte dies nicht einsehen — so großartig und erhaben, wie keine Menschenkunst es vermag.

XLVIII. Kann man nicht aus Holz Zucker machen?

Bevor wir nun zeigen, wie man Zucker in Spiritus umwandeln kann, haben wir eine kleine Betrachtung unsern Lesern vorzuführen, die zwar augenblicklich für die Praxis von keiner Bedeutung ist, die aber zeigen wird, welche Zukunft uns noch bevorsteht, wenn die Chemie noch weitere Fortschritte macht als bisher.

Wir haben gesehen, daß man aus Stärke Zucker macht. Wir wissen, daß dies Kunststück von der Schwefelsäure und von dem Malzauszug, den wir Diastase nennen, vollbracht werden kann; wir erinnern daran, daß gefrorne Aepfel und namentlich gefrorne Kartoffeln ebenfalls süß zu schmecken anfangen und zuckerreich werden; und bei all' dem wissen wir, wie dies daher rührt, daß die Bestandtheile der Stärke, daß der Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff auch gerade die Bestandtheile des Zuckers sind und nur umgelagert zu werden brauchen, um vollständigen Zucker zu bilden.

Wie aber, möchte man fragen, giebt es nicht noch dergleichen Stoffe, die ganz gleiche Bestandtheile wie der Zucker haben? Hat nur die Stärke diesen Vortheil, dem Zucker gleich zu sein oder kennt man noch andere Dinge, die dieses Vorzuges genießen? Und ist dem etwa so, kann man auch aus solchen Dingen Zucker machen?

Man braucht nicht weit herumzusuchen, um einen solchen Stoff zu finden.

Die genaueste Untersuchung über die Menge von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, die im Zucker und in der Stärke ist, hat ergeben, daß auch Holz, jede Art von Holz, die gleiche Menge dieser Grundstoffe in gleichem Verhältniß besitzt. Ein Pfund Holz hat netto so viel Sauerstoff und so viel Wasserstoff und so viel Kohlenstoff, als ein Pfund Zucker oder Stärke.

Kann man aber auch aus Holz Zucker machen?

Die Frage klingt gewiß Vielen komisch, fast lächerlich; aber sie ist für die Wissenschaft vollkommen Ernst, und ganz bedeutungsvoller Ernst, wie wir sogleich zeigen werden.

Um hier darzulegen, welche Antwort die Wissenschaft hierauf giebt, müssen wir sagen, was denn eigentlich im wissenschaftlichen Sinne Holz genannt wird.

Das Holz, das wir jeder Art von Bäumen abhauen, besteht aus mehr oder minder saftreichen Pflanzenzellen, von denen wir bereits gesprochen haben. Im chemischen Sinne versteht man unter Holz jene Masse, die übrig bleibt, wenn man allen Saft der Zellen daraus entfernt und also nichts übrig läßt, als die Wand der Zelle, in welcher ehemals der Saft war. Ein vollkommen in diesem Sinne ausgetrocknetes Stück Holz besteht aus nichts weiter, als aus Zellenwänden der ehemaligen Pflanze,

und so wenig man im gewöhnlichen Leben daran denkt, so wahr ist es doch, daß viele Dinge, die man gar nicht als Holz ansieht, dennoch Holz sind.

Wir tragen Hemden aus Leinwand. Woher kommt aber die Leinwand? Sie wird aus Holz gemacht, aus dem Holz einer Pflanze, deren Zellen bastartig langgestreckt sind, und nach dem Trocknen, Brechen und Hecheln zu Flachs werden. Wir kleiden uns in Baumwolle; aber auch sie ist nichts anderes, als die hohlen Haare einer Pflanze, die ihren reifen Samen umgeben, und diese Haare sind gleichfalls nur Pflanzenzellen, die in die Länge gestreckt sind. Wir tragen Strohhüte und wissen, daß das Stroh ebenfalls nur aus langgestreckten Pflanzenzellen besteht. Wir schreiben und drucken auf Papier, das wiederum nur aus zerfaserten Pflanzenzellen hergestellt wird. Mit einem Worte, das Holz oder die Pflanzenzelle, und namentlich die gefaserte Pflanzenzelle, spielt eine größere Rolle in der Welt, als wir im ersten Augenblick glauben mögen.

Und alle diese Dinge, die nichts anderes als Holz sind und wissenschaftlich Pflanzenfaser oder Cellulose genannt werden, sind zusammengesetzt aus ganz denselben Mengen von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, wie Stärke und Zucker.

Hat man es nun schon so weit gebracht, auch aus diesen Stoffen Zucker zu machen?

Die Wissenschaft hat es nicht unterlassen, den Versuch zu machen und hat es wirklich zum Theil erreicht. Man kann eine Art halbfertigen Zucker daraus machen.

Man muß es nämlich wissen, daß die Verwandlung von Stärke in Zucker nicht unmittelbar vor sich geht, sondern daß es eine Zwischenzeit giebt, wo die Stärke zwar

nicht mehr Stärke, aber noch immer nicht Zucker geworden ist. In dieser Zwischenzeit der Verwandlung ist aus der Stärke ein Stoff geworden, der **Dextrin** heißt; erst aus dem Dextrin wird Zucker. —

Ganz ähnlich nun, wie man Stärke in Dextrin verwandeln kann, kann man auch wirklich alte Leinwand oder Papier, also im wahren Sinne des Wortes, Holz in Dextrin verwandeln, und zwar ebenfalls durch Schwefelsäure; in weiterer Behandlung ist es auch gelungen, eine Art Syrup hieraus zu machen, bei dem sich die merkwürdige Erscheinung zeigt, daß man dem Gewichte nach mehr Syrup erhält, als man Leinwand und Papier dazu genommen hat. —

Wir erwähnen dieses Falles nur, um zu zeigen, welche Aufgaben die Chemie sich stellt, und daß man es nicht belächeln soll, wenn man hört, daß die Chemie noch möglicherweise aus einem Haufen Holz so und so viel Zentner nahrhafter menschlicher Speise machen wird. — Unsere Kinder werden vielleicht Holz-Zucker ebenso natürlich finden, wie wir jetzt Holz-Essig natürlich finden, ohne zu bedenken; daß unsere Vorfahren dies für Zauber oder Tollheit erklärt hätten.

XLIX. Die Verwandlung des Zuckers durch Gährung.

Zur Verwandlung des Zuckers in Spiritus, oder richtiger ausgedrückt, in **Weingeist** oder **Alkohol**, ist es nöthig, daß man dem Zucker einen Stoff zuthut, der eine **Gährung** desselben veranlaßt.

Man kann die Gährung durch verschiedene Stoffe hervorrufen. Eiwiß und alle eiweißhaltigen Stoffe, wie Fleisch Leim, Käse, Blut und eben so alle Pflanzenstoffe,

welche Pflanzen-Eiweiß, Kleber in sich haben, können Gährung hervorbringen, wenn sie längere Zeit in der Luft gelegen und angefangen haben, in Fäulniß überzugehen; vorzüglich aber versteht dies die Bierhefe, die man bekanntlich benutzt, um Teig aufgehen oder gähren zu lassen.

Durch Bierhefe kann auch Zuckerwasser, und noch besser Honigwasser oder sonst der zuckerreiche Saft verschiedener Pflanzen, wie der Saft der Mohrrüben oder der Runkelrüben, in Gährung versetzt und dadurch in Alkohol verwandelt werden.

Was aber ist Hefe und was ist Gährung, und wie ist die sonderbare Wirkung dieses Stoffes?

So einfach diese Fragen sind, so schwierig ist es, sie wissenschaftlich zu beantworten. — Es ist der Wissenschaft noch nicht gelungen, eine vollkommene Beantwortung derselben ausfindig zu machen, obwohl die zahlreichsten und lehrreichsten Versuche damit angestellt worden sind.

Was man von dem merkwürdigen Stoffe weiß, ist Folgendes:

Wenn man in Zuckerwasser einen jener Stoffe bringt, die wir als eiweißhaltige bezeichnet haben, also etwa in Fäulniß übergehenden Leim oder Käse, und damit einige Zeit stehen läßt, so fängt die Mischung an sich zu trüben und es bilden sich in ihr kleine, mit bloßem Auge nicht sichtbare hohle Kügelchen, die die Gestalt von Eiern haben. Bringt man die Mischung in ein kaltes Zimmer, wo es zwar nicht friert, aber auch nicht über 6--8 Grad warm ist, so geht diese Trübung und Bildung von Kügelchen sehr langsam vor sich und nach und nach sinken die Kügelchen auf den Boden des Gefäßes, woselbst sie Hefe und zwar Unterhefe bilden. Hält man aber die Mischung

in einem warmen Zimmer, wo die Luft gegen 20 Grad Wärme hat, dann steigen die Kügelchen nach oben und bilden die sogenannte Oberhefe.

Wenn man mit einer Nadelspitze ein wenig von dieser Hefe nimmt und sie in einen Tropfen Wasser bringt, in welchem man hat Gerste keimen lassen, so kann man diesen Tropfen unter einem Mikroskop beobachten und die Entwicklung der Hefe, das Wachsen derselben deutlich wahrnehmen. Nehmen wir an, daß man nur ein einziges Hefenkügelchen vor sich hat, so kann man das eine Mutterzelle nennen. Denn in der That ist das Kügelchen hohl und bildet eine geschlossene Zelle, in welcher eine Flüssigkeit vorhanden ist. — Bald aber gebiert diese Mutterzelle junge Zellen und zwar durch Knospung, d. h. es zeigt sich außen an der Wand der Zelle an irgend einer Stelle ein Pünktchen, das immer größer wird und sich sodann zu einer neuen Zelle gestaltet. Diese Tochterzelle gebiert nun in gleicher Weise eine Enkelzelle; und meist um die Zeit, wo der Enkel geboren wird, gebiert die Mutterzelle noch eine zweite Tochterzelle, aus welcher wieder Enkel hervorgehen. Bald fangen auch die Enkel an, neue Junge zu gebären, und es entsteht vor den Augen des fleißigen Beobachters eine große Reihe von Geschlechtern, die alle noch mit der Mutterzelle zusammenhängen und eine Art Gewächs bilden, das sich immer weiter und weiter vermehrt und vergrößert.

In der That giebt dies Veranlassung, die Hefe als eine Art Pflanze zu betrachten, die allenthalben entsteht, wo eiweißartige Körper in Fäulniß übergehen, und die fortwächst, wenn man ein einziges Hefekügelchen in eine Flüssigkeit bringt, die eiweißartigen Stoff enthält.

Der Bierbrauer, der ein wenig Hefe in seinen Gerstenmalz-Aufguß bringt, thäte in diesem Sinne nichts ande-

res als ein Gärtner, der Pflanzensamen in einen nahrungsreichen Boden einlegt. Die Hefe findet im Malzaufguß Pflanzeneiweiß, die Nahrung der Hefe, vor, und jedes Mutterkügelchen Hefe gebiert darin neue Hefenkügelchen, die weitere Geschlechter gebären, und dieses Wachsen oder richtiger Fortpflanzen und Gebären geht so lange fort, bis aller eiweißartige Stoff aus dem Malzaufguß in neue Hefe verwandelt ist. —

Hiernach ist es erklärlich, daß der Bierbrauer am Ende der Arbeit oft zehnmal so viel Hefe vom Bier abnimmt, als er dazu gethan. Dieses Abnehmen der Hefe ist gewissermaßen die Ernte der Hefe; denn diese Hefe wird sorgfältig gesammelt und dient dazu, in andern Körpern neue Hefe einzupflanzen und wachsen zu lassen.

Aber man pflanzt nicht Hefe um der Hefe willen, sondern wegen der Veränderung, die das Wachsen der Hefe hervorbringt in der Flüssigkeit, in welcher dieses Wachsen vor sich geht.

Die wachsende Hefe, welche den Eiweißstoff der Flüssigkeit an sich zieht, bringt eine Veränderung der Flüssigkeit hervor, und diese Veränderung, die mit der Flüssigkeit vor sich geht, nennt man die Gährung.

Und worin besteht diese Veränderung?

Sie besteht, wie wir bald sehen werden, darin, daß sie den Zuckerstoff der Flüssigkeit in Alkohol verwandelt.

L. Was die Gährung für Veränderung hervorbringt.

Die Veränderung, welche der Zucker erfährt, wenn man in eine Zuckerauflösung, also in Zuckerwasser, ein wenig Hefe bringt, besteht darin, daß sich der Zucker in Spiritus umwandelt.

Das Zuckerwasser wird nunmehr einen branntweinartigen Geschmack haben, und da man die wässerigen Theile der Lösung durch das geeignete Verfahren, durch Destillation von dem Spiritus trennen kann, so ist man im Stande, aus Zucker reinen Spiritus zu machen, den wir nunmehr immer Weingeist oder Alkohol nennen wollen.

Wie aber erklärt man sich diese Verwandlung?

Die Erklärung ist nur zum Theil vollständig zu geben und diese ist folgende:

Wir haben gesagt, daß der Zucker in Alkohol verwandelt worden ist. Dies ist eigentlich streng genommen unrichtig. Untersucht man nämlich die Bestandtheile des Alkohols, so findet man, daß sie wohl übereinstimmen in den Urstoffen, die sie enthalten, aber nicht übereinstimmen in den Portionen von jedem einzelnen Urstoff.

Wir wollen uns deutlicher ausdrücken.

Zucker und Alkohol stimmen in den Stoffen überein. Die Bestandtheile des Zuckers sind Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, und die Bestandtheile des Alkohols sind gleichfalls Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff. Allein der Alkohol hat weniger Portionen von zweien dieser Stoffe in sich. In einem Pfund Alkohol ist etwas mehr Wasserstoff wie in einem Pfund Zucker; allein nur so viel mehr, als vom Kohlenstoff und Sauerstoff weniger darin ist.

Die Chemiker haben auf gute Gründe gestützt nachgewiesen, daß, wenn Zucker in Gährung versetzt wird, sich aus demselben zwei neue Dinge bilden, das eine ist Alkohol und das andere ist Kohlensäure. Da aber die Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht, so hat der Alkohol von diesen zwei Urstoffen weniger in

sich als der Zucker. Man gewinnt daher aus einem Pfund Zucker nicht ein volles Pfund Alkohol, sondern es steigt aus der in Gährung begriffenen Zuckerlösung ein Gas auf, das nichts anderes als Kohlensäure ist, und zwar bekommt man gerade um so viel weniger Alkohol heraus, als die aufgestiegene Kohlensäure wiegt.

Es ist bekannt, daß in Kellern, wo viel Bier oder Wein oder Zucker gährt, eine gefährliche Luftart sich entwickelt. Diese Luftart ist die Kohlensäure, die wir schon näher kennen gelernt haben, und sie entsteht aus der Summe von Sauerstoff und Kohlenstoff, die sich von dem Zucker dieser Flüssigkeiten trennt und einen Rest übrig läßt, der nunmehr Alkohol ist.

Es ist also in diesem Sinne ungenau, wenn wir gesagt haben, daß sich Zucker in Alkohol umwandelt; es ist vielmehr strenge genommen eine Trennung, die hier vor sich geht. Es ist ein Zertheilen des Zuckers in zwei verschiedene Dinge, in Alkohol und Kohlensäure; es ist eine Zersetzung, bei welcher die Kohlensäure aus der Flüssigkeit in Blasen aufsteigt und sich in die Luft verliert, während statt des Zuckers ein Theil seiner Bestandtheile als Alkohol in der Flüssigkeit verbleibt.

Allein diese Erklärung giebt nur das sichtbare Resultat des merkwürdigen Vorganges; keineswegs aber ist hiermit der hauptsächliche Grund desselben erklärt.

Und in der That gehört diese Erscheinung mit zu den bisher von der Wissenschaft noch nicht gelösten Räthseln. Denn die Frage ist immer noch nicht gelöst, woher es kommt, daß die Hefe so merkwürdig einwirkt, und daß sie im Gerstenaufguß z. B. das Pflanzeneiweiß in Hefe umwandelt und weshalb diese Umwandlung den Zuckergehalt zerlegt und Kohlensäure und Alkohol daraus bildet?

Vielleicht könnte es einigen Lesern scheinen, als ob nicht viel darauf ankäme, dieses Räthsel zu lösen; allein eine kurze Betrachtung wird sie sofort von der außerordentlichen Wichtigkeit der richtigen Lösung dieses Räthsels überzeugen. —

Angenommen, daß die Hefe eine wirkliche Pflanze wäre, so wäre es von höchstem Interesse, hier wahrzunehmen, daß man diesen Pflanzenstoff machen kann. Dies gelingt bei keinem Pflanzenstoff in der Welt. Eine Pflanze wächst immer nur aus dem Samen oder einer Zelle einer bereits vorhergegangenen Pflanze. Wäre die Hefe eine Pflanze, so müßte man annehmen, daß diese Pflanze neu geschaffen wird, sobald man eiweißartige Stoffe in Fäulniß übergehen läßt, d. h. daß man aus einem Ding, das keine Pflanze ist, eine Pflanze herstellen kann.

Dies aber ist nun so ganz eine, der Natur der Pflanzenwelt widersprechende Thatsache, daß man vollen Grund hat, dieser Annahme zu mißtrauen, und deshalb haben Naturforscher der Hefe einen ganz andern Ursprung angewiesen und ihre Wirkung und Vermehrung ganz anders erklärt, als die einer pflanzlichen Fortentwickelung.

Nach dieser Erklärung ist Hefe nur ein Zustand der Auflösung eiweißartiger Stoffe, die im Begriff sind, ihr organisches Leben zu verlieren und in unorganische Stoffe zu zerfallen. Hefe ist gewissermaßen der Zustand des sterbenden Eiweißes. Wenn aber ein wenig Hefe sich scheinbar wie eine Pflanze fortentwickelt, sobald sie in eine eiweißartige Flüssigkeit gebracht wird, so rührt dies — nach der Ansicht vieler Naturforscher — nicht daher, daß sie wie ein Pflanzensamen wächst, sondern daher, daß sie eine Art Ansteckungskraft hat, und das gesunde Eiweiß, das noch nicht zerfallen würde, zum Zerfallen

und weitern und immer weitern Absterben und Zerfallen anreizt.

Diese wenigen Worte, die freilich nicht ausreichen, die geistvollen Forschungen über die Natur der Hefe auch nur entfernt anzudeuten, werden jedenfalls genügen, dem denkenden Leser zu zeigen, wie wichtig die Frage über die Hefe ist; denn es ist leider eine Thatsache, die ganz fest steht, daß wir die Natur der Ansteckung, trotzdem man so viel von ansteckenden Krankheiten spricht, so gut wie noch gar nicht kennen und in der wissenschaftlichen Medizin das Kapitel von der Ansteckung zu den dunkelsten und räthselhaftesten gehört.

LI. Die Bildung von Meth, Rum, Wein und Bier.

Indem nun die Hefe jede Art von zuckerhaltiger Flüssigkeit in eine weingeisthaltige umwandelt, nennt man diese Art von Gährung die g e i st i g e Gährung, und sie ist es, die bei der Bereitung des Meths, des Rums, des Weins und des Biers eine Hauptrolle spielt.

Nimmt man statt Zuckerwasser ein wenig Honigwasser und versetzt es durch Hefe in Gährung, so entsteht daraus bei einem gewissen Punkt der Gährung ein halb scharfes, halb süßes Getränk, daß den Namen Meth hat. — Preßt man den süßen Saft von Aepfeln, Johannisbeeren, Stachelbeeren, Kirschen u. s. w. aus und läßt ihn in der Wärme stehen, so entwickeln sich hieraus geistige Getränke, die unter den Namen Apfelwein, Johannisbeerwein oder Kirschwasser bekannt genug sind. Hier braucht man nicht Hefe hinzuzuthun, weil in allen diesen Pflanzen etwas Pflanzen-Eiweis und viel Zucker ist; es bildet sich also hier eine eigene Hefe aus, die das Geschäft der Gährung

und Umwandlung der Flüssigkeit vollzieht. Bei aller dieser Gährung zerfällt aber immer der Zucker in zwei Bestandtheile, in Alkohol, der in der Flüssigkeit bleibt und in Kohlensäure, welche in Form von Blasen aus der Flüssigkeit aufsteigt und sich mit der Luft mischt.

Ganz in gleicher Weise verfährt man bei der Fabrikation von Rum, indem man hierzu — wenigstens zu den vorzüglichsten Sorten — den Saft der Zuckerpflanze, des Zuckerrohrs in Gährung versetzt und eine möglichst reine geistige Verwandlung derselben hervorzubringen sucht.

Obwohl nun das eigentliche Wesen aller geistigen Getränke eines und dasselbe ist, und alle ihren geistigen Gehalt eben nur der Zersetzung von Zucker in Weingeist und Kohlensäure zu verdanken haben, so besitzen doch die verschiedenen Früchte jede für sich eine besondere Art und Eigenschaft des Geschmackes und der Wirkung, die sich dem geistigen Getränk, das aus ihnen bereitet wird, mittheilt. — Es ist dies von der Wissenschaft noch nicht vollkommen aufgeklärt, da das, was den Geschmack und die Wirkung von Getränken betrifft, nicht direkt dem Bereiche der Chemie angehört; nur die Erfahrung hat gelehrt, daß jeder Sorte dieser Getränke eine Eigenthümlichkeit zukommt, die sie vor anderen auszeichnet.

Man darf es daher nicht belächeln, wenn man in neuerer Zeit große Versuche anstellen sieht, um die Fabrizirung von Frucht=Wein in die Höhe zu bringen; der Apfelwein, dessen Fabrikation jetzt so sehr im Aufschwung ist, ist schwerlich die Universalmedizin, für welche er ausgegeben wird; aber es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß er bei fleißiger Kultivirung und fortschreitender Verbesserung zu einem Getränk werden kann, das in vielen Fällen den wirklichen Wein ersetzt.

Die hauptsächlichsten und wichtigsten geistigen Gährungen sind und bleiben indessen die des Weins und des Biers.

Beim Wein ist es der Zucker der Weintraube, der in geistige Gährung versetzt wird. Die Hauptsache bei dieser Gährung ist, daß sie langsam vor sich gehe, weshalb man den Saft der Weintraube, den Most, in Fässern nach dem Keller bringt, wo es so kühl ist, daß die Gährung erst nach einigen Monaten vollendet ist. Der Wein hat in diesem Falle keine Oberhefe, sondern die Hefe setzt sich am Boden fest und wird, wie wir bereits erwähnt, die Unterhefe genannt. Wird der junge Wein in Flaschen gebracht, so verbessert er sich durch eine Nachgährung. Geschieht diese Nachgährung in verkorkten Flaschen, so bleibt die Kohlensäure im Wein und bildet die brausenden Weinsorten, den Champagner, und da die Kohlensäure sich nicht entfernen konnte, so bleibt auch noch immer ein Theil des Zuckers unzersetzt, woher der Champagner seinen süßen Geschmack, seinen geringeren Gehalt an Weingeist, und seinen Reichthum an Kohlensäure hat, die das Knallen beim Oeffnen, das Zischen und Schäumen beim Eingießen und den prickelnden angenehmen Geschmack beim Trinken verursachen. —

Wird aber auch die Nachgährung in offenen Flaschen abgewartet, so geschieht sie doch so langsam, daß der Wein erst nach und nach seinen Weingeist entwickelt, und wenn dann die Flasche verkorkt und zur Ablagerung in den Keller gebracht wird, so setzt sich die noch nicht ganz vollendete Gährung äußerst langsam fort und dies giebt dem Weine seinen feurigen Geschmack, wenn er recht alt geworden ist.

Obgleich es wissenschaftlich noch nicht vollkommen erklärt ist, so steht doch so viel fest, daß es in den meisten

Fällen ein wesentlicher Unterschied ist, ob man eine chemische Veränderung langsam oder schnell vor sich gehen läßt. Dieser Unterschied zeigt sich so recht beim Weine. Läßt man ihn schnell vollkommen ausgähren und sucht den Zucker in kurzer Zeit vollständig in Weingeist und Kohlensäure zu verwandeln, so giebt dies nur einen schlechten schnell in Essigsäure übergehenden Wein. Läßt man aber all' das langsam vor sich gehen und namentlich so langsam, wie dies bei Weinen gebräuchlich ist, so verbessert sich der Wein fortwährend und erlangt jenen hohen Werth, der am alten Wein sprüchwörtlich geworden ist.

LII. Die Fabrikation des Biers in seinen verschiedenen Sorten. — Die Bildung des Aethers aus Alkohol.

Bei der Fabrikation des Bieres spielt ebenfalls die Zerlegung des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist die Hauptrolle, und wie man diese vor sich gehen läßt, ob langsam oder schnell, davon hängt es ebenfalls ab, welche Sorten von Bier man erhält.

Der Brauer stellt sich zuerst die Aufgabe, das Stärkemehl der Gerste in Zucker zu verwandeln. Er erreicht dies auf dem bereits erwähnten Wege, indem er das Gerstenmalz mit heißem Wasser überschüttet und einige Zeit an einem warmen Orte stehen läßt. Der Malzaufguß wird bei diesem Vorgang süß, indem sich, wie bereits angegeben, Dextrin und Zucker aus dem Stärkemehl bildet. Jetzt erst kann die zweite chemische Aufgabe vorgenommen werden. Zu diesem Zwecke wird die süße Flüssigkeit, die **Würze** genannt wird, durchgegossen. Das Malz, das seinen Dienst geleistet hat, wird wieder dar-

aus entfernt und die Flüssigkeit nun eingekocht, bis sie kräftig und klar genug geworden ist. Läßt man sie dann abkühlen bis auf etwa 25 Grad und bringt etwas Hefe hi·ein, so beginnt die zweite chemische Umwandlung, die geistige Gährung, bei welcher sich aus dem Zucker Alkohol und Kohlensäure bildet.

Auf solche Weise geschieht die Fabrikation der süßen Biersorten, die in wenig Tagen vollendet ist; das süße Bier ist noch so zuckerhaltig, daß die Gährung noch in den Flaschen, die man verkorkt, sich fortsetzt und daher ein Getränk liefert, dem der Zucker, etwas Weingeist und eine Portion Kohlensäure seinen Geschmack geben. — Die gewöhnlichen Bitterbiere erhalten ihren bitteren, den Magen stärkenden Nebengeschmack durch einen Zusatz von Hopfen oder andern Kräutern, die ähnliche Wirkung hervorbringen.

Die stärkeren Biersorten, wie das bairische Bier, das jetzt sehr in Mode gekommen ist, entstehen durch die langsame Gährung und zwar an kühlen Orten, wie in Kellereien, die besonders hierzu gebaut werden. Die Würze wird zu diesem Zwecke bis auf etwa 8 Grad abgekühlt und sodann in Fässern in die Keller gebracht, woselbst es möglichst kühl ist. Hier geschieht nun die Gährung außerordentlich langsam und wird, wenn man ein recht gutes Bier haben will, bis auf mehrere Monate hin verzögert, wodurch das Bier arm an Zucker, aber reicher an Alkohol und Kohlensäure wird, und deshalb auch eine berauschende Wirkung ausüben kann.

Dieses Bier verliert seine Kohlensäure nicht so leicht, hat nicht mehr Spuren von Hefe in sich, da sich diese als Unterhefe am Boden ansetzt. Es braucht nicht auf Flaschen gezogen zu werden, indem eine Nachgährung nicht

nöthig ist, und ist am beliebtesten, wenn es frisch vom Faß kredenzt wird.

Daß das bairische Bier und alle seine Abarten theurer sind als das gewöhnliche Bier, rührt nicht daher, daß es theurere Stoffe in sich hat, sondern liegt hauptsächlich darin, daß der Brauer das Kapital lange darin stehen lassen muß, ehe sein Bier trinkbar wird, und die Kellereien und Lokalitäten es vertheuern.

Es ist ein Leichtes, das Bier so lange gähren zu lassen, daß es sehr reich an Alkohol wird und außerordentlich berauschend wirkt. Der Werth des Bieres wird aber dadurch nicht erhöht; im Gegentheil ist der Genuß von Bier, das zu viel Alkohol enthält, nicht rathsam. Die bairischen Biere in Berlin enthalten meisthin 5—8 Prozent Alkohol, was schon als das höchste Maß angesehen werden kann, bis zu welchem das Getränk förderlich ist. —

Wir haben nun die Verwandlungsreihen verfolgt, die das Stärkemehl der Pflanzen durchlaufen kann, und die alle ein Ergebniß der chemischen Zersetzung sind. Es schließt aber die Reihe mit dem Alkohol nicht ab, sondern sie verzweigt sich nach zwei Richtungen hin, indem man Alkohol beliebig in Aether oder Essig verwandeln kann.

Die Verwandlung des Alkohols in Aether ist wissenschaftlich von besonders hohem Interesse, hat aber in der praktischen Welt weniger Bedeutung, so daß wir uns mit wenigen Andeutungen hierbei begnügen wollen.

Der Aether wird durch Vermischung von Alkohol und Schwefelsäure hergestellt, bei welcher Mischung nicht etwa die Schwefelsäure ein Bestandtheil des Aethers wird, sondern nur die Aufgabe hat, dem Alkohol etwas von seinem Wasserstoff und Sauerstoff zu entziehen. Hierdurch kann man beliebig aus dem flüssigen Alkohol Leuchtgas

machen, das aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, oder auch eine Flüssigkeit herstellen, welche den Namen „Schwefeläther" führt. Eine Mischung von Schwefeläther und Alkohol bildet den Hauptbestandtheil der bekannten Hoffmanns-Tropfen, deren Geruch wohl Jedermann kennt.

Nach diesen Andeutungen über den Aether wollen wi nunmehr zur Verwandlung des Alkohols in den bekannteren Stoff, in Essig, übergehen. —

LIII. Die Verwandlung des Alkohols in Essig.

Kein Zweig der Fabrikation ist durch die Chemie so außerordentlich erleichtert worden, als die Fabrikation des Essigs. Während die Chemie bei der Erzeugung von Zucker, von Alkohol und Bier nur Verbesserungen der Methode anzugeben brauchte, hat sie in der Essig-Fabrikation ein ganz neues Verfahren eingeführt, und mit dessen Hilfe ist man jetzt im Stande, ein Fabrikat in wenig Stunden zu erzeugen, zu dem man sonst Wochen und Monate Zeit bedurfte.

Schon die gewöhnliche Erfahrung wird Jeden belehrt haben, daß Bier in warmen Tagen sauer wird. Fragt man sich, was in dem Gemisch, welches im Bier enthalten, in Säure übergegangen ist? so findet man durch Versuche, daß es der Alkohol des Bieres ist, der sich in eigenthümlicher Weise in Essig verwandelt hat.

Man sollte nun glauben, daß wenn der Alkohol des Bieres die ganze Flüssigkeit sauer macht, der bloße Alkohol um so schneller in der Wärme zu Essig werden müßte; allein dem ist nicht so. Es sind zu dieser Umwandlung außer der Wärme noch zwei Umstände nöthig um sie zu

vollstrecken, und wenn diese beiden Umstände nicht zusammentreffen, so kann die Verwandlung nicht vor sich gehen.

Diese zwei Umstände sind folgende. Erstens muß in der alkoholischen Flüssigkeit, mag sie nun Bier, Wein oder Branntwein heißen, ein Stoff vorhanden sein, der das Bestreben hat, den Sauerstoff der Luft an sich zu ziehen und ihn dann dem Alkohol abzugeben. Zweitens muß die Flüssigkeit mit der Luft in Berührung kommen.

Im Branntwein ist kein Stoff vorhanden, der Sauerstoff aus der Luft anzieht, und deshalb kann man ihn in der Wärme offen stehen lassen, wo er zwar verdampfen und schwach, aber nicht in Essig umgewandelt werden wird. Im Bier ist jener Stoff wohl vorhanden. In jedem Bier und Wein ist immer noch ein wenig Hefe vorhanden, die, wenn es warm wird, die Eigenschaft hat, Sauerstoff aus der Luft an sich zu ziehen und ihm den Alkohol der Flüssigkeit abzugeben, und deshalb wird offen stehendes der Luft zugängliches Bier oder dergleichen Wein sauer und mit der Zeit immer saurer, bis aller Alkohol der Flüssigkeit in Essigsäure umgewandelt worden ist.

Essigsäure ist also Alkohol, der eine bedeutende Portion Sauerstoff in sich aufgenommen hat; aber der Alkohol nimmt den Sauerstoff nicht unmittelbar auf, sondern er bedarf gewissermaßen eines Vermittlers, eines Kommissionärs, der für ihn den Sauerstoff erst aus der Luft bezieht, und ihm dann denselben überläßt, und diese Vermittlerrolle spielt im Bier und Wein die kleine Spur von Hefe, die darin enthalten ist.

So sonderbar es auch dem Unkundigen erscheinen mag, daß es in der Chemie solche Kommissionäre geben soll, die gewisse Dienste zum Nutzen anderer Stoffe verrichten, so wahr ist doch diese Thatsache und so leicht läßt sie sich in

vielen Fällen nachweisen. — So ist z. B. bei der Fabrikation der Schwefelsäure ein solcher Vermittler nöthig, da bei der Verbrennung des Schwefels sich zwar leicht schweflige Säure, eine luftartige halbfertige Schwefelsäure, bildet, aber nicht wirkliche flüssige Schwefelsäure, wie man sie braucht. Um aus schwefliger Säure wirkliche Schwefelsäure zu machen, dazu gehört eine stärkere Portion Sauerstoff als der Schwefel beim einfachen Verbrennen aufnehmen kann. Man bedient sich deshalb der Salpetersäure als eines Kommissionärs; denn die Salpetersäure, die sehr viel Sauerstoff enthält, giebt diesen außerordentlich leicht an die schweflige Säure ab, aber in demselben Maße, wie sie ihn abgiebt, holt sie sich frischen Sauerstoff aus der Luft und ergänzt sich ihren Verlust, so daß gewissermaßen die Salpetersäure ein ununterbrochenes Kommissionsgeschäft verrichtet, das heißt: immerfort Sauerstoff aus der Luft nimmt, nicht um ihn zu behalten, sondern um ihn der schwefligen Säure zuzuführen, die dadurch fertige Schwefelsäure wird.

Wer Gelegenheit hat, eine Schwefelsäure-Fabrik zu besuchen, der unterlasse nicht, sich die Einrichtung zeigen zu lassen und vergesse auch nicht, sich die Salpetersäure anzusehen, die diesen getreulichen Kommissionsdienst pünktlicher als alle Kommissionäre der Welt verrichtet.

Ein gleiches Kommissionsgeschäft führt die Spur von Hefe aus, die im Bier vorhanden ist.

Die Hefe zieht Sauerstoff aus der Luft an, was der Alkohol selbst nicht thut; aber der Alkohol hat die Eigenschaft, der angesäuerten Hefe den Sauerstoff zu entziehen, und ihn selber in sich aufzunehmen. Die Hefe wird dadurch ihren Sauerstoff los und wiederum fähig, neuen Sauerstoff aufzunehmen. Sie thut es, wird wieder vom Alkohol ihres Sauerstoffs beraubt und wird wiederum

fähig, sich neuen Sauerstoff zu holen; und so geht dies Kommissionsgeschäft immer fort, bis endlich aller Alkohol zu Essigsäure geworden ist.

Wenn nun auch die Spur von Hefe im Bier ein sehr getreuer Kommissionär ist, so geht doch das Kommissionsgeschäft, wie sich denken läßt, für die Essigfabrikation viel zu langsam, und deshalb wollen wir im nächsten Artikel die besseren Kommissionärs kennen lernen, durch die das Geschäft in einer unglaublichen Schnelligkeit getrieben wird.

LIV. Die schnellere Verwandlung des Alkohols in Essig.

Die Umwandlung des Weingeistes in Essig geschieht schon schneller als beim gewöhnlichen Sauerwerden des Bieres oder Weins, sobald man zu dem verdünnten Weingeist einen bereits essigsauren Stoff bringt.

Wenn man etwas Branntwein in ein Glas gießt, ihn mit Wasser verdünnt, und ein wenig Sauerteig oder einen Streifen Brod, das mit Essig befeuchtet ist, hineinstellt, so verrichtet diese angesäuerte Zuthat gleichfalls die Vermittlung, von der wir bereits gesprochen haben. Der Alkohol des Branntweins entzieht dem Sauerteig oder dem Brod den Sauerstoff, während dieses immer frischen Sauerstoff aus der Luft anzieht, und dieses Uebertragen des Sauerstoffes der Luft auf den Alkohol geht so lange fort, bis aller Alkohol in Essigsäure umgewandelt worden ist.

Zwar ist dies in aller Strenge nicht ganz so. Nicht der ganze Alkohol wird Essig, sondern der Alkohol verliert durch diesen Vorgang etwas von seinen Bestandtheilen und der Rest wird Essig. Dieser Verlust besteht darin,

daß der Alkohol einen Theil seines Wasserstoffs abgiebt, und zwar dem hinzutretenden Sauerstoff abgiebt, damit dieser mit dem Wasserstoff Wasser bildet. Hiernach entsteht eigentlich aus einem Pfund Alkohol eine Flüssigkeit, die mehr wiegt als ein Pfund. Das Wasser und die Essigsäure beisammen betragen auch dem Maße nach mehr als der Alkohol betragen hat; denn es ist Sauerstoff aus der Luft hinzugekommen, der mit dem Wasserstoff des Alkohols Wasser gebildet hat; aber gerade darum, weil der Alkohol etwas von seinen Bestandtheilen verlieren mußte, um Essigsäure zu werden, darum ist aus dem Pfund Alkohol nicht ein Pfund r e i n e Essigsäure geworden.

Reine Essigsäure ist daher auch viel theurer als reiner Alkohol; unser gewöhnlicher Essig aber ist darum so bedeutend billiger, weil er aus sehr wenig reiner Essigsäure und sehr viel Wasser besteht.

Seitdem aber der Fortschritt der Wissenschaft den eigentlichen Hergang bei der Essigbildung kennen lehrte, ist die Fabrikation des Essigs nicht nur außerordentlich leicht, sondern sie geschieht auch ungemein schnell, und deshalb ist jetzt Essig unvergleichlich billiger als sonst.

Die Schnellessig-Fabrikation gehört zu den interessantesten und verbreitetsten Fabrikationszweigen, weil man zu derselben außerordentlich wenig Einrichtungen braucht. Die ganze Fabrik besteht eigentlich in einer einzigen Tonne, an deren einem Ende man ordinären Branntwein mit viel Wasser verdünnt eingießt und an deren anderem Ende Essig ausfließt.

Um zu zeigen, was in dieser Tonne vorgeht, wollen wir hier eine kurze Schilderung derselben versuchen.

Die aufrecht stehende Tonne hat oben einen Boden, der viele Löcher hat. Durch jedes dieser Löcher wird ein

Stückchen Bindfaden gesteckt, woran ein Knoten gemacht wird, damit der Bindfaden nicht durchfällt. Wird nun auf diesen Boden verdünnter Branntwein gegossen, so fließt er an den Bindfäden langsam tropfenweise hinein in die Tonne.

Inwendig aber ist die Tonne mit Hobelspänen aus Büchenholz gefüllt, welche einige Zeit in Essig gelegt waren; der verdünnte Branntwein also fließt hier in der Tonne auf die angesäuerten Hobelspäne und der Alkohol des Branntweins, der an den Hobelspänen entlang fließt, verwandelt sich auf dem weiten Wege, den er langsam von Span zu Span durchwandert, in Essigsäure. Damit aber dies vor sich gehen kann, muß, wie wir bereits wissen, die Luft freien Zutritt haben. Zu diesem Zwecke sind in der Nähe des untern und obern Bodens der Tonne Löcher eingebohrt. Durch den chemischen Vorgang entsteht in der Tonne von selber ein hoher Grad von Wärme, so daß die Luft, die in der Tonne warm wird, zu den oberen Löchern ausströmt, während durch die unteren Löcher frische Luft einströmt. Es entsteht demnach innerhalb der Tonne eine Luftströmung, ähnlich wie die in unsern Lampen-Cylindern, wo auch oben heiße Luft ausströmt und unten kalte Luft einströmt. Diese frische Luft aber bringt den Hobelspänen immer frischen Sauerstoff zu und giebt immer mehr Veranlassung, die Essigsäure zu bilden.

So langte der Alkohol, der oben auf den Boden der Tonne gegossen wird, um langsam an den Schnüren hinabzufließen, durch den weiten Weg, den er tropfend fließend von Hobelspan zu Hobelspan macht, und von dem frischen Sauerstoff der Luft stets umweht, in verwandelter Natur auf dem unteren Boden der Tonne an, und durch einen Hahn, der daselbst angebracht ist, fließt er als Essig aus.

Man hat es nicht nöthig, die Hobelspäne wiederum in Essig zu legen, den sie tränkten sich von selber immer fort mit frischem Essig, der in ihnen entsteht. Die Fabrik also ergänzt sich immer selber und wenn nur Jemand dafür sorgt, daß oben der Alkohol aufgegossen und unten der Essig fortgebracht wird, so ist die Fabrik in ununterbrochenem Gange. —

LV. Was unsere Chemie kann und nicht kann.

Indem wir nunmehr einen Pflanzenstoff, die Kartoffel, verfolgt haben durch die Verwandlungen, die er annimmt, wenn ihm die Chemie die Mittel und Veranlassung dazu bietet, indem wir gezeigt haben, wie aus der Kartoffel Stärkemehl, aus dem Stärkemehl Gummi, Dextrin und Zucker, aus dem Zucker Alkohol, aus dem Alkohol Aether und Essig gemacht werden kann, hoffen wir unsern Lesern einen Begriff von der großen Aufgabe und den Resultaten beigebracht zu haben, die die Wissenschaft der Chemie sich stellt und löst. Wir wollen für jetzt noch einige Betrachtungen über diese erhabene und an Resultaten reiche Wissenschaft vorführen, um sodann von ihr Abschied zu nehmen und zu einem andern Zweige der Naturwissenschaft übergehen zu können.

Mit Recht wird vielleicht mancher Leser die Frage aufwerfen: vermag die Chemie, die aus Alkohol Essig macht, auch aus Essig wieder Alkohol zu machen? Kann sie, die aus Zucker Alkohol macht, aus Alkohol Zucker herstellen? Ist sie, die im Stande ist, aus Stärkemehl Zucker zu machen, auch im Stande, aus Zucker Stärkemehl herzustellen?

Die Chemie auf dem gegenwärtigen Standpunkt ihrer

Entwickelung antwortet bescheiden darauf: das ist wie bisher nur in sehr beschränktem Grade und nur unter ganz besonderen Umständen gelungen.

Ja, die Wissenschaft wird dieser bescheidenen Antwort noch das bescheidene Geständniß hinzufügen, daß sie zwar ahnt, wo der Haken liegt, aber doch nicht mit Sicherheit zu sagen weiß, warum ihr dergleichen nicht gelingen will.

Indem aber alle Welt gestehen wird, daß die Bescheidenheit und Wahrhaftigkeit nur eine Zierde der Wissenschaft ist, wollen wir unsern Lesern, soweit es eben jetzt möglich ist, deutlich zu machen suchen, wo die Grenze der bisherigen chemischen Wissenschaft liegt, und was die Wissenschaft noch zu erstreben hat, bevor sie daran gehen kann, das Kunststück der Verwandlungen ebenso gut rückwärts wie vorwärts zu produziren und z. B. ebenso gut aus Essig Alkohol wie aus Alkohol Essig zu machen.

Zu diesem Zwecke erinnern wir unsere Leser an das, was wir bereits näher mitgetheilt haben, daß nämlich eine deutliche Grenze zwischen den chemischen Vorgängen in der todten Natur und denen in der lebenden vorhanden ist, welche die Wissenschaft noch nicht überschritten hat.

Die Eigenschaften der 60 chemischen Urstoffe kennt der Chemiker ganz genau, wenn er einen dieser Stoffe unter gewissen Umständen zum andern bringt: aber diese Eigenschaften sind durchaus ganz anders, wenn die Natur die Stoffe zu einander bringt, um aus ihnen einen Pflanzen- oder Thierstoff zu bilden. Der Chemiker weiß felsenfest, wenn er ein Maß Sauerstoff und zwei Maße Wasserstoff zu einander bringt und das dazu thut was zu ihrer Verbindung nöthig ist, daß dann aus diesen Luftarten Wasser entsteht und nichts anderes als Wasser und

nicht ein Tröpfchen Wasser weniger oder mehr als er im Voraus berechnet. Bringt er zu dem Wasser noch Kohlenstoff hinzu, also reine Kohle, so hat er Wasser mit Kohle, ohne daß diese sich chemisch verbinden; und doch weiß er, daß die Natur aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff Holz, Stärke, Zucker u. s. w. macht. — Er weiß es, aber er begreift es nicht, wie dies zugeht!

Dies ist freilich ein großer Mangel unserer Wissenschaft; aber die Chemie kann sich mit einer andern Wissenschaft trösten, die wahrlich der Stolz der Menschheit ist, sich aber in ganz gleichem Falle der Unwissenheit befindet. Wir meinen: die Astronomie.

Der Astronom weiß es ganz genau, wie zwei Himmelskörper, die einander anziehen, sich gegenseitig in ihrem Lauf verhalten, wie jeder von ihnen die Bahn des andern ändert; fragt man ihn aber, wie ist es, wenn ein dritter Himmelskörper hinzutritt, so daß die Anziehung zwischen dreien statfindet, so gesteht er, daß der Verstand der Verständigsten bisher noch keine direkte Lösung dieser Frage gefunden hat. Um es deutlicher zu sagen: Die gegenseitige Einwirkung von Sonne, Erde und Mond auf deren Bewegungen ist in der Astronomie nur durch die scharfsinnigsten Hülfsmittel annähernd genau zu berechnen; eine direkte mathematische Lösung ist bisher noch nicht gelungen. Man nennt dieses Räthsel in der Sprache der Wissenschaft, „das Problem der drei Körper“, das man schon seit zweihundert Jahren vergebens zu lösen sucht. —

In gewissem Sinne kann man jede chemische Verbindung, die die Natur in den Pflanzen schafft, auch ein „Problem der drei Körper“ nennen, denn in jeder Pflanze sind mindestens drei Urstoffe verbunden; die Wissenschaft aber kann immer nur zwei Urstoffe mit einander verbin-

den. Ja, es reicht ihr Scharfsinn nicht einmal aus, sich eine klare Vorstellung davon zu machen, wie drei Urstoffe mit einander sich verbinden, ohne daß sich vorher zwei derselben verbunden haben.

Die Folge dieses Umstandes ist, daß die Chemie noch im Dunkeln ist über den **Aufbau** der Pflanzenstoffe, selbst wenn sie das Bau-Material ganz genau kennt.

Ganz anders aber ist es, wenn sie dem bereits aufgebauten Pflanzenstoff einen Theil des Urstoffes entzieht und nur einen Rest übrig läßt, wo sie also nicht aufbaut, sondern von dem Bau etwas fortnimmt; in solchem Falle weiß sie, was übrig bleibt und kann mit Sicherheit daraus berechnen, was aus dem Uebriggebliebenen werden muß.

Wir werden im nächsten Abschnitt sehen, wie dieser Unterschied es einigermaßen erklärt, weshalb man aus einem Pflanzenstoff einen andern und nicht aus dem andern wieder den vorherigen machen kann.

LVI. Wo die Kunst der Chemie scheitert.

Wenn der Chemiker aus Alkohol Essig macht, so wissen wir, daß es dadurch geschieht, daß er dem Alkohol etwas abnimmt, etwas entzieht. Er bringt unter günstigen Umständen dem Alkohol, der mehr Wasserstoff hat als der Essig, eine Portion Sauerstoff und dieser Sauerstoff zieht aus dem Alkohol den Wasserstoff heraus, und bildet damit Wasser; dadurch bleibt vom Alkohol ein Rest seiner Bestandtheile, der nichts anderes als Essig ist.

Streng genommen hat also der Chemiker nicht Essig **gemacht**, sondern er hat ihn nur **übrig gelassen**. Er besaß früher Alkohol, das ist Essig mit zu viel Wasser-

stoff; durch seine Vorrichtung nahm er den überflüssigen Wasserstoff fort und es blieb nur Essig übrig. —

Ganz so ging es dem Chemiker, als er Zucker in Alkohol verwandelte. Er hat auch hier nicht den Alkohol gemacht, sondern er nahm nur dem Zucker eine Portion Kohlenstoff und Sauerstoff fort und führte diese als Kohlensäure hinaus, dadurch blieb vom Zucker nur der Alkohol übrig. Man kann auch hier sich vorstellen, daß Zucker nur Alkohol ist, der zuviel Kohlenstoff und Sauerstoff hat und daß demnach der Zucker als Alkohol erscheint, sobald man das fortnimmt, was er zuviel besitzt.

Freilich könnte man sich denken, es müßte hiernach eine Kleinigkeit sein, aus Essig Alkohol und aus Alkohol Zucker zu machen. Dem Essig brauchte man nur Wasserstoff zuzubringen, um ihn wieder Alkohol werden zu lassen und dem Alkohol brauchte man nur Kohlensäure zu geben, damit er Zucker werde. Aber hier eben liegt der Knoten. Man kann zwar in eine Flasche mit Essig eine Portion Wasserstoff hineinpumpen und die Flasche gehörig zustopfen, um den Wasserstoff nicht hinauszulassen, aber das würde nicht die Spur helfen, wenigstens nicht zum Zweck führen, denn bis jetzt ist kein Chemiker im Stande, den Essig zu zwingen, daß er sich mit Wasserstoff zu einer chemischen Verbindung bequeme. Ganz ebensowenig würde die Kohlensäure sich organisch mit dem Alkohol verbinden, wie wir denn sehen, daß in unserem Champagner Weingeist und Kohlensäure Jahre lang recht fest verpfropft in einer Flasche leben, ohne sich zu Zucker zu verbinden.

Schon anders klingt die Antwort auf die Frage: ob man ebenso gut aus Zucker Stärkemehl machen kann, wie man aus Stärkemehl Zucker macht.

Diese Frage muß man zwar für jetzt auch mit Nein!

beantworten; allein die Antwort ist, um es diplomatisch zu sagen, nur eine provisorische. Man kann dies vorläufig nicht; aber es ist wohl möglich, daß heute oder morgen eine Erfindung der Art gemacht wird.

Unsere Leser werden sich erinnern, daß wir nachgewiesen haben, wie bei der Verwandlung des Stärkemehls in Zucker nichts von den Bestandtheilen des Stärkemehls fortgenommen worden ist, sondern daß nur durch die Anwesenheit der Schwefelsäure oder des Malzausgußes, die Diastase heißt, die Bestandtheile des Stärkemehls umgelagert worden sind. Man hat dadurch, so zu sagen, die kleinsten Theilchen der Bestandtheile aus der vorherigen Lage gerissen und sie anders geordnet. Nun ist zwar dieses Kunststück noch unerklärt und rätselhaft; aber soviel steht fest, daß sehr leicht Zufall oder Scharfsinn dahin führen kann, ein Verfahren ausfindig zu machen, wie man die Bestandtheile des Zuckers wieder anders umlagern oder so zu sagen zurecht rücken kann, so daß sie wieder so zu liegen kommen, wie sie im Stärkemehl gelegen haben, und in solchem Falle — der gar nichts Unwahrscheinliches an sich hat — wird ohne allen Zweifel der Zucker wieder Stärke geworden sein.*)

Und doch darf die Wissenschaft die Hoffnung nicht aufgeben, daß sie dereinst wird organische Stoffe künstlich

*) Anmerkung. In neuerer Zeit hat Professor Schacht in Bonn die Entdeckung gemacht, daß in Pflanzen diese Rückbildung des Zuckers in Stärkemehl vorkomme. — Diese Verwandlung künstlich zu erzeugen, stößt bei näherer Erwägung noch auf die Schwierigkeit, aus einem Stoff wie Zucker, der Krystall-Form besitzt, einen Stoff wie Stärkemehl zu machen, das die Zellen-Form hat. — Die Möglichkeit des Gelingens schließt dies indessen keineswegs aus. —

erzeugen können; denn Anfänge hierzu sind bereits vorhanden.

Schon vor längerer Zeit ist es dem verdienstvollen deutschen Chemiker Wöhler gelungen, den Harnstoff herzustellen, den Stoff, der dem Harn der Thiere seinen eigenthümlichen Charakter verleiht. Da dies ein Stoff ist, der sich nur im lebenden Thierkörper bildet und in seiner Zusammensetzung auch den Charakter des Organischen an sich trägt, so ist die Herstellung desselben auf künstlichem Wege und aus unorganischen Substanzen mit vollem Recht als ein bedeutender Schritt der Wissenschaft betrachtet worden.

Die neuere Zeit ist aber dem Ziele noch um ein bedeutsames Stück näher gekommen, indem es den französischen Chemikern gelungen ist, eine Reihe von Säuren, Alkohol- und Aether-Arten künstlich aus unorganischen Stoffen zu machen, die bisher nur auf dem oben angedeuteten Wege der Verwandlung organischer Substanzen hergestellt werden konnten.

Es liegt der Aufgabe unseres Schriftchens fern, den Weg darzuthun, auf welchem diese neuesten Resultate erzielt worden sind; wir wollten nur des Einen Umstandes erwähnen, der uns einen Fingerzeig zu enthalten scheint, auf welcher Bahn der weitere Fortschritt sich bewegen wird, und welche eigenthümliche Kraft, die wir schon kennen, berufen scheint, eine große Rolle in der Zukunft zu spielen.

Bei den merkwürdigen Entdeckungen der französischen Chemiker sind es bisher zwei Stoffe gewesen, welche sich besonders wirksam in dem Kunststück, organische Verbindungen zu schaffen, gezeigt haben; es sind dies Schwefel-Kohlenstoff und Chlor-Kohlenstoff. — Jeder dieser Stoffe besitzt nun die Eigenschaft in hohem Grade, chemisch

verbundene Stoffe, mit welchem sie in Berührung gebracht werden, zu trennen; aber auch den getrennten Stoffen sofort eine starke Verbindungslust mit andern Stoffen zu verleihen. Da wir nun bereits früher erwähnt haben, wie ein chemischer Stoff, der eben erst aus dem ehelichen Verhältniß mit einem andern vertrieben worden ist, ganz besondere Lust hat, eine neue Ehe einzugehen und in dieser Begierde auch zu verbinden, gar nicht wählerisch ist, wenn er sie nur sofort befriedigen kann, so haben wir Ursache zu vermuthen, daß der bei den neueren Entdeckungen mitspielende Schwefel-Kohlenstoff und Chlor-Kohlenstoff nur so wunderbar wirken, durch diese ihre Eigenschaft den getrennten Stoffen eine ihnen sonst nicht inne wohnende Verbindungslust einzuimpfen.

Wenn diese unsere Vermuthung richtig ist, so wäre man der Kunst der organischen Chemie sehr nahe auf den Fersen. — Wir haben es oben bereits im Kapitel über den Stickstoff dargethan, wie dieser Stoff eigentlich sehr ungesellig ist und keine Lust hat, chemische Verbindungen einzugehen; wie man ihm aber, z. B. bei der Fabrizirung von Salpetersäure, auflauert und den Moment, wo er eben frei wird, benutzt, um ihn schnell einzufangen. Aus diesem bereits bekannten Umstand hat man längst die richtige Lehre gezogen, daß Stoffe im Augenblick des Freiwerdens ganz andere Verbindungs-Eigenschaften besitzen, als wenn man ihnen Zeit zum Besinnen gönnt. — Hiernach ist es wohl möglich, daß das besondere chemische Kunststück der Pflanzen nicht in einer aparten Art von Chemie besteht, sondern nur in dem Umstand, daß in der Pflanze Trennung und Wiederverbindung unmittelbar auf einander folgen und darum

solche Verbindungs-Eigenschaften und solche Produkte erzeugt werden, wie wir sie bisher nicht künstlich erzeugen konnten. —

Sollte es sich bestätigen, daß die erwähnten Eigenschaften des Schwefel-Kohlenstoffs und Chlor-Kohlenstoffes eine Hauptrolle bei den Entdeckungen der neueren Chemie spielen, so wird man bald auf diesem Wege noch weiter gehen und wenn auch nicht Pflanzen, so doch mindestens Pflanzenstoffe wichtigster Natur künstlich herstellen. — Die Zeit ist wahrscheinlich nicht gar fern, wo man Zucker, vielleicht auch Stärkemehl, eben so gut aus unorganischen Stoffen herstellen wird, wie man schon jetzt den Alkohol, den Aether in mehrfachen Arten herstellen kann; und gelingt es gar noch, stickstoffhaltige organische Verbindungen künstlich aus unorganischen Stoffen zu erzeugen, so wird die Kunst der Chemie erst recht mit der Landwirthschaft zu konkurriren anfangen. —

LVII. Die Bedeutung der Chemie als Wissenschaft.

Bevor wir nunmehr unser diesmaliges Thema verlassen, wollten wir noch zeigen, wie übergroß das Gebiet der Chemie bereits ist und wie unendlich groß noch die Aufgabe ist, die sie sich zu stellen hat und auch schon stellt.

Man kann in vollem Sinne des Wortes sagen: die Chemie ist so unendlich wie die Welt.

Alles, was wir bisher unsern Lesern in kurzen Umrissen vorgeführt haben, ist im Grunde genommen nichts als ein schwaches Bild der Verwandlungen, welche vier Urstoffe annehmen können. Wir haben so eigentlich nur mit Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff etwas zu thun gehabt, und haben diese in ihrem Wesen

als unorganische wie als organische Verbindung in einigen Pflanzenstoffen gezeigt. Es giebt aber, wie bereits erwähnt, mehr als 60 Urstoffe und jeder dieser Stoffe spielt eine Rolle in der Welt und muß von der Wissenschaft in all' seinen Verbindungen betrachtet werden; und wenn nicht jeder dieser Stoffe gleiche Wichtigkeit in der Welt hat, so ist doch wohl klar einzusehen, daß die große Zahl derselben das Gebiet der Wissenschaft unendlich erweitert.

Aber wäre man auch mit diesen Stoffen schon fertig, so bliebe doch noch ein unübersehbares Feld des Forschens, um all die Räthsel zu lösen, die sich in jedem einzelnen Stoffe zeigen. Der gründliche Chemiker beruhigt sich nicht mit der Thatsache, daß Kohlenstoff die Neigung hat, sich mit dem Sauerstoffe der Luft zu verbinden und daß diese Verbindung im Verbrennen vor sich geht. Er fragt sich, was ist denn diese räthselhafte Neigung? Warum verbindet sich mit einer bestimmten Portion Kohle nur eine ganz genau bestimmte Portion Sauerstoff zu Kohlensäure? Was geht denn vor im Moment dieser Verbindung? Liegen in der Kohlensäure die Kohle und der Sauerstoff neben einander in unsichtbaren kleinen Theilchen geordnet, oder durchdringen sie einander der Art daß selbst ein Mikroskop, das unendlich vergrößert, kein Theilchen beider Stoffe zeigen würde? Die Wissenschaft hat höchst sinnreiche Gesetze der Verbindungen aufgefunden, die sich immer mehr und mehr bestätigt haben; allein der Grund dieser Gesetze ist im höchsten Grade räthselhaft. In der neuesten Zeit sind herrliche Entdeckungen gemacht, die dahin führen, daß die Chemie und Electricität sehr nahe verwandt sind; aber es fragt sich, ob beide eines und dasselbe sind, oder ob die Chemie nur eine Erscheinung der Electricität oder die Electricität nur

eine Erscheinung der Chemie ist oder ob gar beide — was wahrscheinlicher ist — nur die Erscheinungen einer uns noch ganz unbekannten Kraft sind?

Nicht minder sind höchst auffallende Entdeckungen gemacht worden über den Zusammenhang des Gewichts der Urstoffe zu der Art ihrer chemischen Verbindung. Aber auch dieses sind noch große Räthsel, die ihrer wissenschaftlichen Lösung harren. Noch interessanter sind die neuesten Entdeckungen, die darthun, daß ein ganz enger Zusammenhang besteht zwischen der Fähigkeit eines Urstoffes, sich chemisch mit einem andern zu verbinden und der Fähigkeit desselben Urstoffes, sich zu erwärmen. Allein auch dieses Gesetz, — das wissenschaftlich so ausgedrückt wird, daß die Atom-Gewichte eines Urstoffes multiplicirt mit seiner specifischen Wärme immer eine und dieselbe Zahl ergeben — ist noch unergründet und erwartet noch seinen scharfsinnigen Meister, der es genau nachweist und erklärt. —

Die Wissenschaft der Chemie ist selbst im jetzigen bereits unübersehbaren Umfang doch erst noch an der Pforte ihres erhabenen Gebietes!

Begeben wir uns gar auf das Feld der Chemie der Pflanzenstoffe, der organischen Chemie, so erweitert sich die Aufgabe bis zu ganz unübersehbaren Grenzen. Was man sonst Philosophie oder leider Gottes oft gar Theologie nannte, ist jetzt für den Naturforscher zu einem leeren Spiel mit Masken und irrigen vorgefaßten Meinungen herabgesunken. Was man sonst **Leben** und **Lebenskraft** nannte und in früheren Zeiten durch philosophische Speculationen und fromme Offenbarungen erkannt haben wollte, das hat jetzt die Naturwissenschaft und namentlich die Chemie vor ihre Schranken gerufen und versucht ihre Kraft an dieser höchsten Aufgabe des

menschlichen Geistes. Nicht umsonst ist jetzt das Studium der sogenannten Philosophie zu einer Kuriosität herabgesunken, seitdem die Entdeckungen der Naturwissenschaften die alten Hirngespinnste Lügen gestraft haben; nicht umsonst eifert die überfromme Theologie gegen die „unchristliche“ Naturwissenschaft, die nicht umkehren will. Unter diesen nimmermehr „umkehrenden“ Wissenschaften nimmt die Chemie einen Hauptplatz ein und fühlt sich so sicher bereits in ihrem Siege, daß sie schweigend fortschreitet, selbst wenn ein frommer Herr mit der Bibel in der Hand den Beweis führt, daß Wasser nicht aus Sauerstoff und Wasserstoff gemacht werden kann.

LVIII. Die höchste Aufgabe der Thier-Chemie.

Noch weit erhabener und unübersehbar erscheint das Gebiet der Chemie, wenn man sich auf das Feld begiebt, das von ihren Meistern erst in den letzten Jahrzehnten betreten worden ist, wir meinen das Feld der Thier-Chemie, der physiologischen Chemie.

Wenn schon in den Pflanzen die Chemie eine so unübersehbare Rolle spielt, wenn sie schon dort aus der verschiedenen Zusammenstellung der vier Urstoffe, die wir in Betracht gezogen haben, eine so unendliche Reihe von verschiedenen Pflanzengattungen und Pflanzenstoffen erzeugt, daß die Forscher ermüden, ihre Grenzen aufzusuchen, — so ist das, was die Chemie in der Thierwelt erzeugt, von noch gar nicht übersehbarer Ausdehnung.

Wollten wir jetzt schon dem Volke einige Resultate dieses herrlichen Zweiges der Wissenschaft vorführen, so müßten wir, der Wahrheit getreu, mit dem Bekenntniß beginnen, daß diese Wissenschaft noch nicht einmal so

weit ist, die bloße Materil ihrer Aufgabe zu überblicken, geschweige denn, sie einzutheilen und mit Sicherheit zu ordnen.

In der Pflanzen-Chemie ist mindestens das Räthsel bekannt, dessen Lösung die Forscher suchen; in der Thier-Chemie ist selbst das Räthsel noch unbekannt in seinen einzelnen Theilen und es gehört die große Geduld und Ruhe und Ausdauer, und Treue und Liebe dazu, die nur die ernstliche Forschung gewähren kann, um nur einigermaßen die Aufgabe in den kleinsten Theilen zur Anschauung zu bringen.

Ein Stückchen Fleisch von der Größe eines Nadelknopfes ist für den Forscher, der es mit dem Mikroskop untersucht, ein noch unübersteigbarer Berg, über den sich Frage über Frage aufthürmt. Es ist ein Gewirre von unendlich feinen Nervenfasern, deren es drei Klassen giebt, und jedes Nervenfäserchen hat eine Hülle, einen Schaft und ein Mark, von denen jedes besonders untersucht werden muß, da es sicherlich auch verschiedener chemischer Beschaffenheit ist. Durch dieses Gewirr von Nervenfäserchen schlängelt sich ein anderes Gewirr von fast unsichtbaren Blutgefäßen, von Aederchen, deren es wiederum zwei Gattungen giebt, deren beiderseitige Grenzen man nicht einmal kennt. Dieses Gewirr von Nervenfasern und Blutgefäßen durchschlängelt das Muskelfleisch, das wiederum aus einer großen Reihe vereinzelter Gebilde besteht. Da sind längsgestreifte Muskelfasern, die perlenschnurartig gereiht sind, und von denen jede in einer Hülle liegt. Von Hülle zu Hülle laufen wieder Querfasern, deren Natur wieder anders ist als die Fasern, die der Länge nach laufen. Dazwischen befinden sich Bindegewebe von wiederum anderer Natur und chemischer Beschaffenheit, und all' das ist umhüllt von einer erst durch

Liebig entdeckten Flüssigkeit, die nicht Blut und nicht Fleisch ist. —

Will nun die Wissenschaft mit jener Gewissenhaftigkeit zu Werke gehen, welche ihr ziemt, so darf sie es jetzt nicht mehr machen wie ehedem, wo sie ein ganzes Stück Fleisch in Pausch und Bogen untersuchte und die chemischen Bestandtheile von sammt und sonders bekannt machte, sondern sie hat vorerst die unendlich schwierigere Aufgabe, jeden Theil zu sondern, ein Stückchen Fleisch, das für das bloße Auge kaum sichtbar ist, in mehr als zwanzig verschiedene Gebilde zu trennen; jeden getrennten Theil in seinen verschiedenen Gestalten zu untersuchen; jede Gestalt von neuem einer Untersuchung zu unterwerfen, und erst dann auf eine Reihe von fast übermenschlichen Mühen und Forschungen gegründet an die Frage zu gehen; wie wirken all' diese vereinzelten Gebilde zu und aufeinander ein?

Wie aber, wenn zu all' den Untersuchungen noch die Frage hinzutritt, ob nicht in dem unter dem Mikroskop liegenden Stückchen todten Körpertheil ganz andere Beziehungen obwalten, als in demselben während des Lebens thätig sind?

Gewiß, der Laie erschrickt vor der Unmasse von Schwierigkeiten und Fragen, der Mühen und Forschungen, die sich berghoch aufthürmen, wenn man auch nur das kleinste Gebilde der Thierwelt bis zu den Grundbestimmungen verfolgen soll. Wer sich einen Vorbegriff derartiger Arbeit verschaffen will, der blicke einmal in die neuesten Werke dieses Faches. Es wird ihn Erstaunen und Bewunderung erfassen vor dem Geistes- und Forscherdrang, der in dieser Wissenschaft leben muß, wenn er sieht, wie Hunderte von Gelehrten sich vereinen müssen in ihren Bestrebungen, um dieser erhabenen Wissenschaft

auch nur einen Schritt weiteren Raum abzugewinnen; aber er wird auch eine Ahnung erhalten von dem großen Geist der Wahrhaftigkeit und Treue, der in der Wissenschaft waltet, die nicht sich und andere täuschen und nicht mit leeren Worten die Lücken verdecken und die Grenzen verwischen will, die der jetzigen Erkenntniß gesteckt sind.

Aber Eines wird er gewahren, daß es vorwärts geht. Langsam und nach allen Seiten hin zerstreut, bewegt sich dieser Zweig der Wissenschaft, der in innigster Berührung mit allen Naturwissenschaften steht; aber die Jünger derselben sind nicht wenig. In Deutschland, England und Frankreich hat die Wissenschaft der Thier-Chemie ihre treuen Verehrer und unermüdlichen Jünger. Viele tausend Mikroskope suchen und untersuchen Stoffe der Thierwelt, um des Lebens innerste Geheimnisse an dem Stoffe zu erforschen. Viele Namen, dem Volke unbekannt, viele Männer, vom Volke unbeachtet, sind Zierde und Stolz der Wissenschaft geworden. Wie im gesellschaftlichen Leben, hat auch im wissenschaftlichen die Theilung der Arbeit stattgefunden, in welcher jeder auf seinem Posten treu ausharrt, bis ein großer Meister kommt, der Theil zu Theil fügt und zur Einheit des Geistes gestaltet, was jetzt die Geister des Einzelnen hegen.

Und nun schließen wir unser Thema „ein wenig Chemie" mit dem Wunsche, daß wir durch unsere Darlegung Liebe und Verehrung zur Wissenschaft, ihren Jüngern und Meistern und Geistern im Volke angeregt und den Gedanken befestigt haben, daß die Welt im Fortschritt und die Wissenschaft nicht im Umkehren begriffen ist.

Bibliothek
der
Populären Wissenschaften.

II. Band:

Aus dem Reiche der
Naturwissenschaft,

von A. Bernstein.

Zweites Bändchen:

Physiologie: Die Entwickelung des Hühnchens im Ei.
Geologie: Etwas vom Erdleben.

New York:
Verlag von Chr. Schmidt.
1869.

Inhaltsverzeichniß.

1) Die Entwickelung des Hühnchens im Ei.

2) Etwas vom Erdleben.

UNIV. OF CALIFORNIA

Die Entwickelung des Hühnchens im Ei.

I. Vom Ei und vom Leben.

Wir wollen heute in dem Reiche der Naturwissenschaft ein für unsere Betrachtung neues Gebiet betreten; müssen aber mit einem Ausspruch beginnen, der alt, sehr alt ist, einem Ausspruch, der sich schon bewährt hat, noch ehe ein menschliches Wesen auf der Erde lebte.

Der Ausspruch heißt: Die Vögel kriechen aus den Eiern heraus.

Es ist eine eigenthümliche Art geboren zu werden als Ei; zur Welt zu kommen in einem völlig von allen Seiten verschlossenen Gefängniß. Noch eigenthümlicher ist es, innerhalb dieses Gefängnisses erst geformt und — was man so nennt — belebt zu werden. Am kuriosesten aber ist es, nicht früher die weite Welt betreten zu können, bis man die Mauer des Gefängnisses selber durchbrochen hat und so zu sagen noch vor dem ersten Schritt ins Leben ein ganz gehöriger Ausbrecher werden zu müssen.

Daß dem so ist, weiß freilich alle Welt. Das aber ist nicht allen bekannt, daß nicht nur Alles, was Federn hat, in solcher Weise verurtheilt ist, zur Welt zu kommen, sondern daß Alles, was Leben, Alles, was — so zu sagen

— Odem in sich hat, in ähnlicher Art seinen Ausflug in die Welt macht.

Die Vögel bringen Eier zur Welt, aus welchen sich junge Vögel entwickeln; aber darum sind alle anderen Thiere und auch der Mensch, der sich erhaben dünkt über die Thiere, doch nicht besser daran; denn alles Leben entwickelt sich erst in dem Ei. Selbst diejenigen Geschöpfe, die lebendig zur Welt kommen, haben im Schooß der Mutter in einem Ei, einem wirklichen Ei, sich erst gebildet und genießen nur den Einen Vorzug, in ungelegten Eiern entstanden zu sein.

Viele Mutterthiere bringen die Eier zur Welt und geben ihnen dann nichts mehr als Zeit und höchstens Wärme, um die Entwickelung der Jungen in den Eiern zu befördern; alle übrigen Mutterthiere aber — und der Mensch macht keine Ausnahme — tragen die Jungen in Eihäuten gehüllt mit sich herum, bis sie im Mutterleibe lebendig und lebensfähig für die Welt werden, und entledigen sich dann sowohl der Jungen wie auch der Eihäute, in welchen diese gelegen haben.

Vögel, Fische, Insekten u. s. w. werden in Eiern gebildet, die vor ihnen zur Welt kommen; die andern Thiere, die man gewöhnlich Säugethiere nennt, bilden sich in Eihäuten aus, die nach ihnen aus dem Mutterleibe entfernt werden. Und wenn die ersteren Thiere nicht früher ins freie Leben treten, bevor sie nicht die Wände ihres Kerkers durchbrochen haben, so unterscheiden sich die Thiere letzterer Art nur dadurch von ihnen, daß sie durch einen doppelten Kerker durchbrechen müssen, um an die Luft zu kommen: die Kerkerwand ihres Eies und die Pforte des Mutterschooßes.

„Alles Leben entwickelt sich im Ei!“ — Dies ist ein

Lehrsatz, der zwar alt ist, der aber in neuerer Zeit erst recht durch Forschungen bewahrheitet worden ist.

Im Ganzen und Großen hat man zwar schon seit langer Zeit gewußt, daß jedes Thier erst in einem Ei entsteht, welches im Mutterschooß des Leben erweckenden Momentes harrt, um sich zu entwickeln und später in die Wel hinauszutreten. Von selbst verstand es sich also, daß kein Thier geschaffen werden konnte, ohne Eltern, ohne Mutter mindestens, in welcher die Eier des jungen Thieres entstehen. Als jedoch in neuerer Zeit die Infusorien entdeckt wurden, als man mit außerordentlichen Vergrößerungsgläsern sah, wie eine Unzahl von Thierchen in ein wenig Wasser entsteht, welches man auf faulende Pflanzenreste gegossen: da glaubte man gefunden zu haben daß Thiere auch ohne Eier eines Mutterthieres ins Dasein treten könnten und man wähnte sogar hinter das Geheimniß der ersten Entstehung der belebten Thierwelt gekommen zu sein, von welcher man annahm, daß sie aus zerfallenden Pflanzenstoffen hervorgekrochen sein könnte. Hierdurch aber war der Lehrsatz, daß alles Leben sich im Ei entwickele, erschüttert, denn die Infusorien, so behauptete man, entständen ohne Eier.

So schmeichelhaft dieser Gedanke auch für die Infusorien und für die ersten lebenden Wesen auf der Welt und namentlich für diejenigen Gelehrten war, die hierdurch schon glaubten, von den Geheimnissen der ersten Schöpfung den Schleier hinweggehoben zu haben, so wenig bewährte sich dies durch die Beobachtung. Der vorzüglichste Entdecker vieler Infusorien-Arten und Erforscher ihrer Entwickelung, der Professor Ehrenberg in Berlin, wies vollkommen überzeugend nach, daß aus bewässerten Pflanzenresten keine Thierchen entstehen, sondern daß sie aus den Eiern kriechen, welche auf die Pflanzen von den Eltern

der Thierchen gelegt wurden. Diese Eier, die so außerordentlich klein sind, daß sie nur mit den allerschärfsten Vergrößerungsgläsern gesehen werden, können lange Zeiten auf den Pflanzen liegen, ohne zu verderben; wird aber Wasser über die Pflanzen gegossen, so währt es oft nur wenige Stunden, um aus den Eiern Millionen von Thierchen entstehen zu lassen, die dann freilich wie neue elternlose Geschöpfe erscheinen.

Durch diese Beobachtungen, welche sich bisher immer mehr bestätigt haben, ist der Lehrsatz nunmehr festgestellt worden, daß kein thierisches Leben möglich sei ohne dessen Entwickelung im Ei.

Wie aber entsteht das Leben im Ei?

Diese Frage ist sicherlich die wichtigste Lebensfrage, wenn man auch gegenwärtig meint, daß die wichtigste die orientalische Frage sein muß.

Sei dem aber, wie ihm wolle; wir wollen die orientalische Frage, die den Vordergrund unserer Zeit einnimmt, dort belassen und uns hier im bescheidenen Hintergrund schlichter Belehrung ein wenig von dem Ei und dem Leben zu unterhalten suchen, von einem Thema, das gegenwärtig das bedeutsamste im Bereich der Naturwissenschaft ist.

II. Von dem Studium der Entwickelung des Lebens.

Derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher sich mit der Erforschung des Lebens oder richtiger: mit der Erforschung der Gesetze der lebenden Wesen beschäftigt, heißt die „Physiologie“ und ein besonderer, äußerst wichtiger Theil dieser Wissenschaft ist die Lehre von der Entwickelung des Lebens, oder genauer, die Lehre darüber,

wie sich ein lebendes Wesen aus dem Ei entwickelt, bis es ein Geschöpf wird, das selbstständig sein Leben in der großen Welt antritt.

Die Untersuchung und genaue Beobachtung der Eier, welche außerhalb des mütterlichen Leibes lebendige Wesen in sich entwickeln, ist schon mit großer Schwierigkeit verbunden. Größere Schwierigkeiten noch bietet die Entwickelung der Thiere, die lebendig zur Welt kommen, die also ihr Werden und Leben im Ei noch im verschlossenen Mutterleibe erhalten.

Es ist sehr leicht, sich Frosch-Laich zu verschaffen, das sind die Eier der Frösche, die in großer Zahl im Frühjahr in einer schleimigen Masse auf jedem Sumpfwasser schwimmen und man braucht nicht viel Kunst darauf zu verwenden, um die jungen Frösche daraus hervorgehen zu sehen. Man braucht den Laich nur in einem Glase Wasser ruhig stehen zu lassen und kann das interessante Schauspiel in seiner Stube genießen. Ja, wenn man nur ausharrt, kann man noch mehr sehen, denn man wird dann wahrnehmen, wie der junge Frosch eine Art Fisch mit Vorderfüßen ist; wie er aber, sobald er aus den Flegeltagen hinaus ist, sich vor den Augen des Beobachters nach und nach verwandelt, wie der Schwanz des jungen Frosches verdorrt, trotzdem er im Wasser lebt und sich aus ihm zwei Hinterbeine entwickeln, die noch mehr als gehen, die ganz gewaltige Sprünge machen können.

Die Eier von Fischen, der Rogen, die Eier von Igeln und anderen Wasserthieren sind ebenfalls sehr leicht herbeizuschaffen und im Ganzen ist es auch leicht, sehr unterhaltende Beobachtungen an der Entwickelung derselben zu machen.

Allein diejenigen, die dies nicht als blos interessante

Unterhaltung betrachten, sondern sich die Aufgabe stellen, die Entwickelung des lebenden Wesens aus oder richtiger noch in dem Ei zum ernsten Studium zu machen, die dürfen sich nicht mit leichten Blicken auf die Wunder der Natur begnügen, sondern müssen mit unermüdlicher Sorgfalt und Ausdauer Schritt vor Schritt die Entwickelung belauschen und haben größere Mühe mit einem kaum sichtbaren kleinen Fröschchen, als mancher Vater mit der Erziehung seiner leiblichen Kinder.

Wie aber fängt man es an, um die Entwickelung solcher lebenden Wesen kennen zu lernen, die ihre Entwickelung in einem Ei vollbringen, das vom Mutterleibe umgeben ist? Der Wissensdurst der Naturforscher hilft sich freilich durch Tödten schwangerer Mutterthiere, und nicht wenige Hunde, Kaninchen und Schweine müssen in den Tod gehen, um dem Menschen die Lehre des Lebens enträthseln zu helfen. Es mag dies grausam sein; allein da Millionen von Thieren einmal das Schicksal haben, den Appetit des menschlichen Magens zu stillen, so dürften diejenigen Thiere noch zu beneiden sein, die nur sterben, um den Appetit des menschlichen Geistes, den Wissensdrang zu befriedigen. — Es reicht indessen selbst die nicht kleine Zahl der Thiere, die in solcher Weise unter den Händen der Naturforscher ihr Leben aushauchen, bei weitem nicht aus, um befriedigende Resultate versprechen zu können, und man ist bei der Erforschung der Entwickelung solcher Thiere, die lebendig zur Welt kommen, auf die Vergleichung hingewiesen, welche sich in den Erscheinungen derjenigen Thiere darbieten, deren Eier außerhalb des Mutterleibes sich zu lebenden Wesen ausbilden.

Nennt man solche Eier die gelegten und die andern, die nicht aus dem Mutterleib treten, die ungelegten, so kann man von der Wissenschaft sagen: sie beschäftige sich

sehr fleißig mit gelegten Eiern, um sich nicht so eifrig mit ungelegten Eiern beschäftigen zu müssen.

Durch Vergleichung der Beobachtungen bei solchen gelegten und anderen im Mutterthier sich entwickelnden Eiern hat sich die Wissenschaft von der Entwickelung der lebenden Wesen erst recht Bahn gebrochen, wie man denn überhaupt durch Vergleichung der körperlichen Beschaffenheit der Thiere und ihres Lebens mit der körperlichen Beschaffenheit des Menschen und seiner Lebens-Thätigkeit erst in neuerer Zeit im Stande gewesen ist, viele Aufschlüsse zu liefern, die einst die Grundlage einer tüchtigen wissenschaftlichen Heilkunde bilden werden. Die vergleichende Anatomie, die vergleichende Physiologie sind Wissenschaften, die noch sehr jung sind, aber gleichwohl bereits Ausgezeichnetes geliefert haben.

Von allen Eiern jedoch, die in solcher Weise der wissenschaftlichen Beobachtung gedient haben, ist keines so fleißig in seiner Entwickelung studirt worden, als das Hühner-Ei.

Und so wollen auch wir die Entwickelung eines Hühnchens im Ei zum Gegenstand unserer Unterhaltung machen und es versuchen, unsern Lesern so deutlich, als es bei einem so schwierigen Thema möglich ist, zu zeigen, ob und wo und wie im Ei ein Hühnchen steckt, woraus es sich entwickelt, wie es sich aufbaut, und auf welche Weise ein Ding, das nur geschaffen scheint, um Eierkuchen daraus zu machen, eigentlich den Beruf hat, ein lebendiges Wesen zu werden und auch ein lebendiges Wesen wird, wenn man ihm zwei Dinge gewährt, nämlich dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tage Zeit.

Denn so kurios der Gedanke auch klingen mag, so ist er doch ganz und gar wahr und wahrhaftig: Ein Hüh-

ner=Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit ist — ein lebendiges Hühnchen.

III. Die Brütung des Eies.

Also ein Hühner=Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit ist ein l e b e n d i g e s H ü h n-c h e n!

Was ein Hühner=Ei ist, weiß jede Hausfrau oder glaubt wenigstens, es zu wissen. Was dreißig Grad Wärme sind, davon kann man sich leicht einen Begriff verschaffen, wenn man sich den Finger in den Mund steckt, woselbst dieser Grad von Wärme herrscht, und was einundzwanzig Tage Zeit besagen, kann jeder in netto drei Wochen beliebig kennen lernen.

Obwohl nun jedes dieser drei Dinge nicht die mindeste Aehnlichkeit mit einem lebenden Hühnchen hat, ist dennoch nichts weiter nöthig, um ein lebendes Hühnchen herzustellen, als eben einem Ei durch einundzwanzig Tage dreißig Grad Wärme zuzuführen.

Schon im hohen Alterthum wußten dies die Menschen. Die Aegypter hatten schon die richtige Vorstellung davon, daß das Huhn, welches Eier ausbrütet, eben nichts thut als daß es demselben die Wärme des eigenen Leibes verleiht, die ungefähr dreißig Grad beträgt. Mit richtigem Blicke erkannten sie, daß man die Thätigkeit des Bruthuhnes bequem ersetzen kann durch Brütöfen, in welchen man einundzwanzig Tage lang eine Wärme von dreißig Graden künstlich unterhält.

In neueren Zeiten sind die Brütöfen auch bei uns eingeführt worden und hat man bereits begonnen, solche Hühner=Fabriken in großartigem Maßstabe anzulegen.

Für wissenschaftliche Zwecke aber sind gegenwärtig Brütmaschinen von beliebiger Größe zu haben und ein Liebhaber solcher interessanter Versuche kann für ein paar Thaler schon eine solche erstehen und selbst in einer Putzstube das Vergnügen genießen, sich lebendige Hühnchen zu bereiten.

Eine Brütmaschine ist sehr einfach eingerichtet; wenn auch nicht so einfach, wie die Einrichtung, die die Natur selbst veranstaltet.

Die Bruthenne, — das wird wohl schon jeder beobachtet haben — baut sich behufs der Brütung ein Nest aus dürren Zweigen, Strohhalmen und erdigen Bestandtheilen. Sie weiß dies Material vortrefflich zu wählen und nimmt nur solches dazu, das, wenn es einmal erwärmt ist, die Wärme hält, oder wie man dies wissenschaftlich ausdrückt: das Huhn macht sein Nest aus Materialien, die schlechte Wärme-Leiter sind; dazu versorgt die Natur die Brüthenne mit ganz besonders reichhaltigen Federn auf der ganzen unteren Hälfte ihres Leibes. Liegen nun die Eier im Neste, so stopft die Mutterhenne auch wohl noch Federn zwischen und um dieselben, um sie noch besser vor dem Erkalten zu schützen, setzt sich darauf und deckt mit ihrer Brust, ihrem Leib und ihren Flügeln die künftigen Geschlechter, die als Eier unter ihr ruhen.

Freilich sind die Eier, die am Rand liegen, nicht so gut gegen das Erkalten geschützt als die, die unter der Brust der Henne in der Mitte des Nestes ruhen. Allein das Huhn weiß seine Sorgfalt sehr gleichmäßig zu vertheilen, und wenn die Eier in der Mi te weiter in der Brütung vorgeschritten sind, schiebt es dieselben an den Rand und legt die bisher dort gelegenen in die wärmere Mitte.

Da all' dies ohne viel Kopfbrechens geschieht und der

Henne nicht ein Bischen Nachdenken kostet, so steht es wohl fest, daß dies, wie Alles, was die Natur macht, höchst natürlich, das heißt höchst einfach ist, obgleich wir, die klugen Menschen, uns vergebens das Bischen Verstand zersinnen, um es herauszukriegen, wie das Huhn zu all' der Sorgfalt kommt.

Ja, das Huhn versteht sich auch auf die Eier besser als die klugen Menschen. Unbefruchtete Eier entwickeln keine Hühnchen. Mit all' unserm Scharfsinn und all' unsern Beobachtungswerkzeugen und all' unsern Mikroskopen wissen wir's den Eiern nicht abzusehen, ob aus ihnen ein lebendiges Thierchen hervorkommen wird. Das aber steht fest, daß das Huhn schon nach kurzer Brützeit dies sehr wohl merkt und die lebensunfähigen Eier aus dem Neste wirft oder das Nest verläßt, wenn sich darin kein lebensfähiges Ei befindet.

So einfach, so ganz ohne nachzudenken, man möchte sagen simpel, ist freilich das künstliche Ausbrüten nicht, und es bedurfte mannigfacher Verbesserungen, um sogenannte einfache Brütmaschinen herzustellen. Gleichwohl ist deren Einrichtung für den klugen Menschen einfach genug.

Ein kleinerer Blechkasten wird so in einen größeren hineingestellt, daß rings um den kleinern ein mäßiger Raum bleibt. In diesen Zwischenraum wird Wasser hineingegossen und ein Thermometer hineingestellt und unter dem großen Blechkasten eine Spiritus-Lampe angebracht, durch die man das Wasser immer in einer Wärme von dreißig Grad erhalten kann. Dieses warme Wasser erwärmt nun den in ihm stehenden kleineren Kasten, dessen Raum nun einen gleichen Grad Wärme erhält, und legt man dann auf den Boden dieses kleinern Kastens ein Stück Filz und auf dieses eine Anzahl frischer Eier, so

braucht man nur einundzwanzig Tage zu warten und aus den Eiern sind — wenn sie eben gut sind — eben so viele Hühnchen geworden.

Also richtig: Ein Hühner-Ei nebst dreißig Grad Wärme und einundzwanzig Tagen Zeit beträgt netto: ein lebendiges Hühnchen!

Aber wie wird das?

Nun das werden wir nach einiger Vorbereitung schon näher betrachten.

IV. Was steckt eigentlich im Ei?

Wenn die Erfahrung nicht den unumstößlichen Beweis lieferte, daß sich aus einem Ding, wie ein Hühner-Ei ist, ein Hühnchen entwickelt, es würde der Verstand der verständigsten Menschen nicht die leiseste Ahnung davon haben.

Es hat eine Zeit gegeben, wo man sich einbildete, daß in einem Ei irgendwo an einer Stelle ein kleines, sehr kleines, unsern Augen unsichtbares Hühnchen schlummere, welches eben nur unter dem Einfluß von Wärme und Zeit zu wachsen und aufzuwachsen brauche, um sichtbar zu leben. In jener Zeit machte man sich auch von den Pflanzen eine ähnliche Vorstellung. In einem Apfelkern, so sagte man, stecke ein unsichtbarer, unendlich kleiner Apfelbaum, der eingepflanzt zu einem sichtbaren großen Baume heranwächst; und man glaubte in solcher Weise das Räthsel des Wachsthums erklärt. Ja, man ging noch weiter. Wenn in dem Apfelkern der künftige ganze Baum stecke, so müssen auch die künftigen Aepfel schon in ihm vorhanden sein, und da in jedem dieser Aepfel wieder Apfelkerne sind, die ebenfalls ganze Bäume in sich tragen, so sei

eigentlich in jedem Apfelkernchen eine unendliche Reihe von Baumgeschlechtern eingeschachtelt. Man dehnte diese kurioie Vorstellung auf alles in der Welt aus und sah in jedem Ding, das sich entwickeln kann, immer eine Art Einschachtelung, in welcher die ganze Zukunft schlummerte. Di·se kuriose Vorstellung wurde die Einschachtelungs-Theorie genannt, die nicht wenig Anhänger unter den Philosophen zählte, welche sich bekanntlich zu allen Zeiten die weisesten Menschen dünkten.

Allein eine richtigere Einsicht in die Zustände der Natur hat philosophische Weisheiten, oder richtiger, Thorheiten dieser Art, vollständig verwerfen gelehrt. Es ist nicht so, wie sich's die ehemalige Weisheit der Menschen einbildete. In einem Apfelkern steckt kein kleiner unsichtbarer Apfelbaum, sondern etwas anderes, was wir noch später näher kennen lernen werden, und ebensowenig steckt in einem Ei sein kleines Hühnchen, oder gar ein ganzes künftiges Hühnergeschlecht, das bis an's Ende der Welt reicht. —

Wenn man sich ein Ei mit bloßem Auge ansieht, so findet man schon Merkwürdiges genug. Durch Vergrößerungsgläser entdeckt man des Merkwürdigen noch mehr; aber wir dürfen versichern, daß auch nicht einmal die Spur eines kleinen Hühnchens darin zu finden ist, sondern nur ein Keim, der die Fähigkeit hat, sich zu einem Hühnchen zu entwickeln, sobald die Umstände diese Entwickelung begünstigen.

Freilich könnte man uns die Frage zurufen: „Ein Keim? Was ist denn eigentlich ein Keim? Gieb uns für dieses Wort einmal eine richtige, genaue Erklärung!"

Hierauf aber antworten wir: Es kommt uns nicht auf ein Wort und auf eine genaue Erklärung eines Wortes an; sondern wir halten es unsererseits für richtiger, durch

die Darstellung thatsächlich zu zeigen, was man in der Wissenschaft einen Keim nennt, oder besser noch, das Ding, woran im Ei die eigentliche Bildung des Hühnchens vor sich geht, und wollen gar nicht böse sein, wenn man dann einen passendern Namen für dies Ding finden wollte.

Wir wollen daher ganz ohne zu philosophiren auf die Sache eingehen, denn aufrichtig gestanden, in der Naturwissenschaft fängt die Philosophie — und namentlich die deutsche — netto dort an, wo das Wissen aufhört, und das ist meisthin gerade an der Grenze, wo die Unwissenheit beginnt.

Sehen wir uns lieber ein Ei an, wie es auswendig und inwendig beschaffen ist; wir werden hieraus so manches Eigenthümliche lernen.

Ein Ei ist bekanntlich länglich gebaut und hat ein breites und ein spitzes Ende. Gar viele werden schon die Probe gemacht haben, daß, wenn man die Zunge an das spitze Ende legt, man eine gewisse Kälte des Eies spürt, während das breite Ende sich mit der Zunge verhältnißmäßig warm anfühlt. Wenn man hieraus schließen wollte, daß das Ei am spitzen Ende kälter sei, als am breiten, so würde man irren. Der Grund hiervon ist vielmehr folgender. Am spitzen Ende liegt das Eiweiß dicht hinter der Schale. Legt man nun die warme Zunge daran, so giebt die Zunge Wärme ab an die Eischale und die Eischale giebt diese Wärme an das Eiweiß. Da hierdurch die Zunge viel Wärme verliert, so entsteht in uns das Gefühl, als ob die spitze Seite des Eies kalt wäre. — Am breiten Ende dagegen ist zwischen der Eischale und dem Eiweiß ein mit Luft gefüllter Raum, den man Luftraum nennt, und den wohl Jedermann schon, wenn er harte Eier gegessen, bemerkt hat. Hält man nun die Zunge an die breite Seite, so erwärmt sich die dünne Ei-

schale sehr schnell; die dahinter liegende Luft aber leitet die Wärme nicht fort, weil die Luft ein sehr schlechter Wärme-Leiter ist, die Eischale nimmt also sehr bald die Wärme der Zunge an und darum fühlt es sich so an, als ob die breite Seite wärmer wäre als die spitze.

Der Luftraum an der breiten Seite des Eies spielt aber eine wesentliche Rolle, denn das Hühnchen wird, wie wir sehen werden, mit seinem Schnäbelchen an dem Luftraum liegen und die dort befindliche Luft zuerst einathmen, ja sogar das erste Pipsen des Hühnchens geschieht mit Hilfe dieser Luft, denn es ist von gewissenhaften Beobachtern festgestellt, daß die Hühnchen, noch in der verschlossenen Schale liegend, schon pipsen können.

Wenn wir hinzufügen, daß der an der breiten Seite des Eies liegende Schnabel des Hühnchens den eigentlichen Bruch der Schale macht, um in die Welt hinauszugucken, so wird man den Unterschied der spitzen und der breiten Seite des Eies wohl einsehen, denn die breite Seite ist für das Hühnchen gewissermaßen die Pforte, die aus dem Gefängniß führt.

Wir wollen uns aber das Ei noch genauer ansehen!

V. Besehen wir uns ein Ei.

Ein Ei hat, wie Jedermann und am Ende noch besser jede Frau weiß, eine Kalkschale um sich. Diese Kalkschale hat allenthalben außerordentlich feine Löcher, welche man Poren nennt, und durch diese Löcher kann die Luft aus- und eintreten.

Daß in einem Ei Luft enthalten ist, und zwar recht viel Luft, das kann man am besten beobachten, wenn man es in ein hohes Glas Wasser legt und das Glas unter

die Glasglocke einer Luftpumpe setzt. Sobald die Luft aus der Glasglocke ausgepumpt wird, tritt die Luft aus dem Ei heraus und steigt in immer größer und größer werdenden Blasen im Wasser auf, so daß es aussieht, als ob das Wasser im heftigsten Kochen wäre.

Auch diese Luft im Ei spielt eine wichtige Rolle bei der Entwickelung des Hühnchens. Es steht fest, daß Eier, welche man luftdicht verkittet hatte, nicht zum Ausbrüten gebracht werden konnten, trotzdem sonst alle Bedingungen erfüllt waren, die zur Brütung nöthig sind.

Bricht man ein Stückchen von der Kalkschale ab, so bemerkt man eine Eihaut, und giebt man genau Acht, so findet man, daß diese Eihaut doppelt ist. Aus dem vorigen Abschnitt wissen wir bereits, daß auf dem breiten Ende ein Luftraum vorhanden ist; bricht man an der Stelle des Luftraumes die Schale ein wenig ab, so sieht man recht deutlich, daß es zwei Häute zwischen dem Eiweiß und der Schale giebt, wovon die eine Haut an der Schale sitzt, während die andere das Eiweiß bedeckt. Der Luftraum also wird oben an dem breiten Ende des Eies von den zwei Häuten gebildet, die sich hier trennen, während sie sonst allenthalben dicht anliegen.

Durchreißt man nun auch diese Häute, so kommt man auf das Eiweiß. Aber auch das Eiweiß, das wie eine einzige gallertartige Schicht aussieht, ist keineswegs eine einzige gleiche Masse, sondern es liegt dasselbe in einer dreifachen Schicht über dem eigentlichen Kern des Eies, den wir sogleich näher kennen lernen werden.

Die oberste Schicht Eiweiß ist sehr klar und dünnflüssig. Die Hausfrauen, die viel Eier aufbrechen, werden das schon wissen, denn diese erste Schicht fließt ihnen zuerst durch die zerbrochenen Schalen, dieser Schicht folgt eine zähere, die schon weit mehr Festigkeit hat und sich

keineswegs in so feine Fäden zieht, wie die erste. Noch fester ist die dritte Schicht Eiweiß, welche ordentlich klumpenartig herabfällt, wenn die Hausfrauen abwechselnd den Dotter, das Eigelb aus einer halben Eischale in die andere halbe Eischale werfen, um dasselbe ganz vom Eiweiß zu trennen.

Obwohl die Hand der Hausfrau hierin oft geschickter ist als die manches Naturforschers, so gelingt ihnen das Kunststück doch nie vollkommen. Es haftet nämlich eine Art dicker gedrehter Eiweißfaden an zwei Seiten an dem eigentlichen Kern des Eies, dem Dotter, fest, und diese Fäden, die am Dotter in zwei Knoten anliegen, welche die Frauen die „Augen" nennen, müssen erst gewaltsam von dem Dotter abgerissen werden, wenn man dasselbe ganz vom Eiweiß befreien will.

Nehmen wir an, man hätte dies gethan und es läge jetzt der Dotter ganz zu unserer Betrachtung vor uns, so gewahren wir vor Allem, daß auch der Dotter seine besondere Haut hat, die seinen Inhalt zusammenhält, wenn man ihn behutsam auf einen Teller legt; sobald aber die Haut zerreißt, so fließt der Dotter aus und zeigt sich noch leichtflüssiger als der festere Theil des Eiweißes.

Legt man den Dotter so vor sich hin, daß die zwei sogenannten „Augen", die Eiweißknoten, zu beiden Seiten sichtbar sind, so vermag man es, den Dotter mit Hilfe eines Löffels in geschickter Hand nach allen Seiten zu wenden, so daß man ihn auch auf der Seite besehen kann, mit welcher er auf dem Teller aufliegt. Dreht man ihn so nach allen Seiten hin, so wird man bald gerade in der Mitte der Dotterkugel ein Fleckchen entdecken, so groß ungefähr wie ein plattgedrücktes Senfkorn.

Und dieses Fleckchen, meine verehrten Leser, wollen wir uns vorher genau ansehen, denn gerade dieser Flecken

ist es, den man den Keimflecken nennt. Er ist so eigentlich das, was sich höchst merkwürdig umwandeln wird. Er ist es auch, der das ganze Ei zur Umwandlung mit sich zieht und wenn man überhaupt sagen kann, es stecke in einem Ei ein Hühnchen, so muß man auch sagen, das Hühnchen stecke eigentlich in diesem unscheinbaren Fleckchen.

Wir werden im Verlauf unserer Darstellung noch recht ausführlich auf diesen Flecken zurückkommen müssen, deshalb wollen wir für jetzt den Flecken Flecken sein lassen und einmal sehen, ob am Ei noch etwas Merkwürdiges zu sehen ist.

Es wird wohl schon manchem unserer Leser passirt sein, daß wenn er ein recht hartgesottenes Ei mit einem scharfen Messer durchschnitten, woran das Eigelb nicht anklebt, es ihm so scheint, als ob er betrogen worden wäre, denn es kommt ihm so vor, als ob in der Mitte des Dotters ein Stückchen fehle. Aber er ist im Irrthum. In jedem rechtschaffenen Ei — und die Natur ist immer sehr rechtschaffen in dem, was sie macht — fehlt ein wenig in der Mitte, oder richtiger, befindet sich eine kleine Höhle, und von dieser Höhle aus führt ein Kanal bis hin zu dem Keimfleck.

Das ist es, was man von einem Ei so ungefähr mehr oder weniger genau mit bloßem Auge sehen kann. Nimmt man aber Vergrößerungsgläser zu Hilfe, so gewahrt man noch andere Dinge. Von den wichtigsten, die zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens gehören, werden wir noch später Einiges mittheilen; jetzt wollen wir nur vom Ei berichten, daß man mit dem Mikroskop bemerken kann, wie der Dotter eigentlich eine breiartige Masse ist, welche aus lauter sehr kleinen Körnchen besteht, und zwischen diesen Körnchen schwimmen gelbliche Kügelchen und Fett-

tröpfchen. An den Kügelchen bemerkt man, daß sie eigentlich hohl, also Bläschen oder Zellen, und daß ihre gelbe Farbe von einem gelblichen Oel herrührt, mit welchem sie gefüllt sind.

Hiernach wissen wir so ungefähr, wie ein Ei aussieht, und können versichern, daß es nicht die geringste Aehnlichkeit mit einem Hühnchen besitzt; nunmehr aber müssen wir uns auch das Material ansehen, woraus das Ei gebaut ist, denn wenn ein Ei wirklich kein Hühnchen ist, so enthält es doch ganz sicher die Bausteine, woraus Hühner gemacht werden.

VI. Wie die Rechnung genau stimmt.

Wenn wir auch im vorhergehenden Abschnitt angegeben haben, was man alles in und an dem Ei mit dem Auge sehen kann, so müssen wir doch noch einen Schritt weiter gehen und einmal betrachten, aus welchen Materialien solch ein Ei und was man daran sieht, geschaffen ist.

Aus dem Ei, das können uns unsere Leser auf's Wort glauben, wird ein Hühnchen werden, und das Hühnchen wird ganz zuverlässig Blut, Gehirn, Muskeln, Nerven, Knochen, Schnabel, Nägel, Federn und noch eine ganze Masse Dinge haben müssen, die wir alle hier gar nicht aufführen mögen. Es werden unsere Leser nun sicherlich einsehen, daß man sich vor Allem die Ueberzeugung verschaffen muß, ob in dem Ei, diesem noch ungebauten Hühnchen, auch alles Baumaterial richtig vorhanden ist für Alles, was das Hühnchen zu haben braucht, denn es wäre ja wirklich ein Mißgeschick, wenn wir gerade das Unglück hätten, ein Ei vor uns zu haben, in welchem das

Baumaterial für eines der Augen oder für einen Flügel, oder einen Fuß oder sonst irgend etwas, das dem Hühnchen gebührt, fehlen sollte!

Indessen wollen wir unsere Leser nur von vornherein gleich beruhigen und ihnen vorweg sagen, daß die Rechnung stimmt, daß sie besser stimmt, als alle Baupläne aller Baumeister in der Welt, die sich bekanntlich beim Bauanschlag regelmäßig verrechnen und wunderbarerweise niemals zum Vortheil des Bauherrn. Wenn das Ei das Rohmaterial ist, woraus die Natur das Hühnchen baut, so muß man sagen, daß die Natur außerordentlich pünktlich ist, denn wenn das Hühnchen fertig ist, wird nicht ein Bischen daran fehlen und auch nicht ein Krümelchen Ei überflüssig sein, es wird vielmehr nichts da sein, als Schale und Hühnchen.

Wo aber in aller Welt liegen denn im Ei die Nägel, die Federn, die Knochen, der Schnabel, die Galle und dergleichen? Es wird uns doch Niemand einreden wollen, daß man in einem Rühr-Ei eine Partie Federn oder gar bittere Galle verspeist?

Keineswegs! Rühr-Ei ist Rühr-Ei und ist mit Galle und Federn durchaus nicht zu verwechseln; aber dennoch stimmt die Rechnung. Federn sind freilich nicht im Ei, aber es ist das Baumaterial darin, woraus Federn werden und noch viele andere Dinge, die zum Hühnchen gehören.

Darum also thun wir gut, uns von einem Chemiker belehren zu lassen, was an Baumaterialien in dem Ei vorhanden ist und vorhanden sein muß, wenn wir nicht damit angeführt sein wollen.

Schon das Eiweiß enthält ganz kuriose Dinge, die man gar nicht in ihm suchen sollte; aber die Chemie, die ganz darauf versessen ist, alles zu untersuchen und die

Stoffe in ihren Bestandtheilen herauszufinden, lehrt uns und überzeugt jeden Ungläubigen durch die Thatsachen, daß im Eiweiß Fett und Traubenzucker vorhanden ist und daß ungefähr der fünfzehnte Theil des Eiweißes aus Natron, aus Chlor-Kalium, aus gewöhnlichem Kochsalz und aus Phosphorsäure in Verbindung mit mehreren Erdarten besteht. Aus dem Dotter vermag der Chemiker gar noch wunderbarere Dinge herauszuziehen, denn außer den genannten Dingen, die im Eiweiß vorhanden sind, ist hier noch ein Stoff, der Käsestoff, heißt und wirklich derselbe ist, der das Wesentlichste im Käse ausmacht; sodann besitzt er ganz eigenthümliche Fettarten, die Margarin, Elain und Cholesterin heißen; sodann ist noch gar Schwefel und Eisen, Kalk und Talk darin, so daß man nur sagen kann, daß ein Ei eine halbe chemische Küche enthält.

Nimmt man aber alle diese Stoffe sammt und sonders zusammen, so bilden sie doch nur den kleineren Theil des Eies, und zerlegt man ein solches chemisch in seine Urstoffe, so findet man, daß es überwiegend aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, aus diesen vier Stoffen, aus welchen, wie unsere Leser wohl schon wissen werden, so zu sagen die ganze lebende Welt hauptsächlich besteht.

Wem dies etwa zu viel für ein einfaches Ei scheint, dem wollen wir nochmals zur Beruhigung sagen, daß die Rechnung aufs Haar genau stimmt, denn das Ei ist wahrhaftig nicht geschaffen zum Eierkuchen, wo man ihm die Portion Phosphor oder Eisen oder Schwefel oder Kalk ganz und gar erlassen könnte; es ist wirklich geschaffen, um ein Hühnchen zu werden, und da sind alle die Dinge nöthig, sehr nöthig.

Im Gehirn jedes Menschen findet sich Schwefel und

namentlich Phosphor, und im Gehirn eines Hühnchens, selbst des neugeborenen Hühnchens, ebenfalls. Wir dürfen ganz zuverlässig annehmen, daß sein Gehirn gar nicht zu Stande käme ohne Schwefel, und es sicherlich sein Kikeriki nicht in die Welt hinauszurufen im Stande wäre, wenn es nicht die nöthige Portion Phosphor im Gehirn hätte. Das Eisen erscheint uns zwar in einer Portion Setzeier eine ganz überflüssige Zuthat, aber es ist es keineswegs in unserem Blute und ebensowenig im Blute des Hühnchens. Ein Mensch, in dessen Blut Mangel an Eisen eintritt, sieht bleich aus und ist von einer Krankheit heimgesucht, die man die Bleichsucht nennt: warum aber soll das Hühnchen an Bleichsucht leiden? Und soll es nicht daran leiden, so muß das Ei auch Eisen enthalten.

Wenn wir des Abends weichgesottene Eier zum Thee genießen, so mag uns der Kalk in den Eiern ein ganz unnöthiger Luxusartikel erscheinen; wenn wir aber bedenken, daß unsere Knochen ohne Kalk gar nicht existiren würden, da sie eben aus phosphorsaurem Kalk bestehen, so müssen wir schon dem Ei gestatten, seine Portion Kalk für die Knochen des Hühnchens zu besitzen, das eigentlich aus dem Ei, das wir gedankenlos verschlucken, hervorgehen sollte.

Wir könnten ohne Kochsalz nicht leben, und am zuverlässigsten würden wir weder Haare noch Nägel ohne dieses Salz haben; wir müssen es also auch dem Ei schon erlauben, Kochsalz zu enthalten, da das junge Hühnchen, zumal wenn es erst in der Eierschale entsteht, nicht wie wir zum Salzmäßchen greifen kann.

Und wie mit diesen Dingen, die uns sehr nebensächlich am Ei erscheinen, ist es mit allen übrigen der Fall. Sie sind für's Hühnchen durchaus nicht nebensächlich, sondern wichtige Hauptsachen. Denn mit einem Wort: das Ei

ist das Baumaterial für ein Hühnchen, und ein sehr genau gemessenes, höchst pünktlich zugetheiltes Material, das alles enthält, was das Hühnchen zum Bau seines Leibes braucht und das so eingerichtet ist, daß, wie gesagt, die Rechnung stimmt, ganz genau stimmt! und das hat zu allen Zeiten sein Gutes, was Jedermann eingestehen wird.

VII. Wie ein Ei zur Welt kommt.

Da, wie wir gesehen haben, die Rechnung stimmt und im Ei richtig alles Baumaterial vorhanden ist, das zu einem Hühnchen gebraucht wird, so könnten wir gleich drauf losgehen und das Hühnchen anfangen.

Aber man lasse uns nur noch ein wenig Zeit!

Wenn wir's Hühnchen erst anfangen, dann müssen wir für immer vom Ei Abschied nehmen; denn mit dem Ei wird es dann so zu sagen von Stunde zu Stunde immer mehr alle. Wir haben aber mit dem Ei noch ein Wörtchen zu reden, und ehe wir es für ewig von dannen lassen, müssen wir denn doch erst wissen, woher es gekommen und wie es zu all' den Dingen, die in ihm stecken, auf ehrliche Art gelangt ist.

Zwar weiß schon jedes Kind uns zu sagen, daß irgend ein Huhn dies Ei gelegt hat; und das ist auch wirklich ganz richtig. Aber unsere Wißbegierde kann diese Antwort sicherlich nicht beruhigen, so lange wir nicht im Reinen darüber sind, wie und wo dies Ei im Huhn entstanden ist, bis es gelegt oder, so zu sagen, geboren wurde.— Mit einem Wort, mein freundlicher Leser, wir sind Deutsche, und als Deutsche beschäftigen wir uns oft genung mit ungelegten Eiern, wo gar nichts dabei heraus kommt: wie will man uns verdenken, wenn wir jetzt, wo

wir im Begriff stehen, wirklich aus dem Ei was herauszubekommen, ein wenig zurückblicken auf die Zeit, wo das Ei noch ungelegt war?

Wir müssen demnach zur Entstehung des Eies zurück und deshalb in das Innere des Mutterhauses blicken, woselbst das Ei sein Dasein begann.

Jede Hausfrau, die öfter ein Huhn geöffnet hat, wird schon bemerkt haben, daß das Huhn eine Art Baum im Leibe hat, worauf Eidotter wachsen. Dieser Baum besteht aus einem eigenthümlichen Gezweige, durch welches Nerven und Blutgefäße sich schlängeln und woran eine ganze Masse kleiner Eier wie Früchte hängen, die alle heranzureifen und sich vom Huhn zu entfernen bestimmt sind. Ein jedes dieser Eier oder richtiger dieser Dotterchen ist während des Wachsens in der Falte einer Haut eingeschlossen, die es umkleidet, und in dieser Haut liegend, — die nicht dem Dotter, sondern dem Baum oder richtiger dem Eierstock angehörte, worauf der Dotter wächst, — empfängt dasselbe aus dem Blute des Huhnes all' die nöthigen Baumaterialien, die das künftige Hühnchen brauchen wird, bis es so genährt heranwächst und richtiger, vollgültiger, reifer Dotter wird.

Sobald dies der Fall ist, so reißt die Haut, worin der Dotter eingefaltet ist, und er fällt heraus und würde in der Leibeshöhle liegen bleiben, wenn nicht ein besonderer Schlauch vorhanden wäre, der von der Gegend des Eierstockes bis in den unteren Darm des Huhnes führte.

Daher kommt es denn auch, daß man oft beim Oeffnen eines Huhnes einen häutigen Dotter, abgelöst vom Eierstock, vorfindet, der sich ganz und gar nicht von dem richtigen Dotter eines Eies unterscheidet, während noch eine ganze Masse kleinerer und größerer Dotter am Eierstocke hängen, die, wenn man sie abschneidet, eine härtere

Haut, als sonst ein Dotter, um sich haben, und die man, wenn sie gebraten werden, ordentlich abschälen kann, bevor man sie genießt.

Der Schlauch sowohl wie der Darm sind nun ein eigenthümliches Gewebe, das aus elastischen Längs- und Querfasern gebildet ist, und das daher die Eigenthümlichkeit hat, daß es sich ähnlich wie eine seidene Geldbörse in die Länge und in die Breite ausdehnen kann.

Man kann sich von einem Dotter, der im Schlauch oder im Darm steckt, ein ziemlich entsprechendes Bild machen, wenn man eine Wallnuß in eine seidene dehnbare Geldbörse schiebt; man wird dann sehen, wie vor der Wallnuß und hinter ihr die Börse sich zusammenzieht in demselben Maße, wie die Wallnuß die Stelle, wo sie liegt, ausdehnt. Denken wir uns, daß die Börse das Kunststück versteht, sich immer vor der Wallnuß ein wenig zu dehnen und hinter ihr sich ein wenig zusammenzuziehen, so wird die Wallnuß eine langsame Wanderung durch die Börse machen, so daß sie von dem einen Ende zum andern gelangt. —

Dieses Kunststück des Ausdehnens und Zusammenziehens, des Enger- und Weiterwerdens verstehen nun alle Gedärme aller lebenden Wesen, und durch dieselben sind sie im Stande, ihren Inhalt immer weiter abwärts zu schieben. Man nennt diese Art von Bewegung „die wurmförmige Bewegung" und kann dieselbe an den Gedärmen frisch getödteter Thiere noch beobachten. Eine solche Bewegung nun ist es auch, die den Dotter vorwärts schiebt und ihn seinen Weg bis in die Welt hinaus nehmen läßt.

Aber auf diesem Weg passiren ihm ganz außerordentliche Wunder.

Vor allem ist es wunderbar, daß der Dotter nicht ge-

radewegs geschoben, sondern daß er dabei zugleich fortwährend gedreht wird. Er dreht sich derart, als wollte er sich eigentlich vorwärts schrauben. Wie ein Pfropfenzieher in den Kork immer tiefer hineinspaziert, während er um seine Axe gedreht wird, ähnlich so spaziert der Dotter sich immer drehend und schraubend weiter. Wodurch diese Drehung veranlaßt wird, ist ein Räthsel von den vielen Räthseln der Natur. Wir Menschen drehen uns in ähnlicher Weise bei der Geburt aus dem Mutterschoß und kommen in einer Art Schraubengang auf diese wunderliche Welt, die wir berufen sind, wenn die Zeit gekommen, starr und steif, ohne uns drehen und wenden zu können, zu verlassen, um in den weiten großen Mutterschoß aufgenommen zu werden. —

Zu diesem Wunder der Drehung des Dotters gesellt sich noch ein zweites, das einigermaßen erklärlicher ist.

Von den Wänden des Kanals, durch welchen der Dotter drehend vorwärts geschoben wird, sondert sich ein Schleim ab, der sich an den Dotter legt, und dieser Schleim ist das Eiweiß. Daher kommt es, daß an den Axen des sich drehenden Dotters das Eiweiß sich wie ein Knoten anlegt, den die Hausfrauen fälschlich die „Augen" nennen, und daß an diesem Knoten sich Eiweiß wie ein gedrehter Faden anlegt. — Je weiter der Dotter nun gedreht und geschoben wird, desto mehr und desto flüssigeres Eiweiß legt sich ihm an, bis er dann an eine Stelle kommt, wo das Eiweiß fertig ist und der Darm nun beginnt, eine weniger zähere Flüssigkeit abzusondern, die gleichfalls das Ei umkleidet und die Eihäute bildet. Nach diesen Absonderungen des Darmes schwitzt derselbe eine kalkhaltige Flüssigkeit aus, die die Eischale wird, und wenn diese fertig ist, ist auch das Ei ausgestattet, um diese wunderliche Welt zu betreten, und es tritt in dieselbe un-

ter dem lautesten Ruf des Mutterhuhnes, das ihm wahrscheinlich zum Geburtstag gratuliren soll! —

So kommt ein Ei zur Welt, wunderbarlich genug, um noch wunderbarlicher ins Leben gerufen zu werden. —

VIII. Das Ei in der Bildungsanstalt.

Indem wir nun ein frisch gelegtes Hühner-Ei vor uns haben und stillschweigend voraussetzen, daß es die hierzu nothwendige Befruchtung im Mutterschoße des Huhnes empfangen, wollen wir daran gehen, dasselbe in die Hühnerfabrik zu bringen und es in eine Brütmaschine in Pension geben.

Es ist indessen nicht rathsam, dasselbe ganz allein darin zu lassen, weil erstens die Portion von Wärme, die einmal in der Brütmaschine unterhalten werden muß, für eine größere Masse gleichfalls ausreicht, und weil wir zweitens der Neugierde schwerlich werden widerstehen können, das Ei schon nach wenigen Stunden herauszunehmen, aufzubrechen und nachzusehen, was mit ihm los ist; und da man die Kunst noch nicht erfunden hat, ein aufgebrochenes Ei wieder so zu flicken, daß es sich weiter ausbrütet, so würden wir schwerlich an einem einzigen Ei viel zu lernen im Stande sein.

Man thut daher gut, circa vierzig Eier mit einem Male einzulegen. Hat man das gethan, so läßt man das Brütgeschäft beginnen und nimmt nach 6 Stunden ein Ei heraus, bricht es auf und sieht, was es in dieser Zeit gelernt hat. Nach neuen 6 Stunden wiederholt man dies mit einem zweiten Ei, das also schon 12 Stunden in der Bildungsanstalt zugebracht hat und merkt sich die Fortschritte, die es da gemacht. Sechs Stunden später besieht

man sich ein drittes und nach vollen vierundzwanzig Stunden ein viertes Ei. So verfährt man denn in den ersten drei Tagen, so daß man in diesen an zwölf Eier aufgebrochen und deren Umwandlung gesehen hat. Und da in diesen drei Tagen so ziemlich die Hauptsachen sich klar machen, so genügt es, die Fortschritte der Entwickelung fortan von Tag zu Tag zu beobachten und täglich nur ein Ei aufzubrechen, bis endlich am einundzwanzigsten Tage das Hühnchen im letzten Ei das Geschäft des Erbrechens der Schale selbst übernimmt und ins Leben hinauswandert, ganz als ob es unter der Brust des Mutterhuhnes gelegen und nicht fabrikationsmäßig in einer leblosen Maschine seine Ausbildung genossen hätte.

Aehnlich dieser Weise wollen wir es auch machen, obgleich wir nicht gedenken, die Geduld der Leser so auf die Probe zu stellen und ihnen vierzigmal das werdende Hühnchen vorzuführen. Die Hälfte solcher Vorführungen wäre auch schon zu viel, da wir wissen, daß wir jedesmal, wenn wir die Ehre haben werden, das sehr jugendliche Hühnchen unsern geehrten Lesern vorzustellen, eine ganze Masse von Erläuterungen werden aufführen müssen, bevor der Leser wird sagen können, er freue sich, dessen nähere Bekanntschaft gemacht zu haben. Aber sehr geduldig müssen wir dennoch zu Werke gehen, denn wir versichern, daß wenn wir mit unserm Gast so zu sagen mit der Thür ins Haus fallen und etwa das, was das Hühnchen am zweiten Tage der Brütung ist, ohne Vorbereitung vor die Augen unserer Leser bringen wollten, diese im vollsten Ernste ausrufen würden: was wir hier sehen, ist weit eher ein Pantoffel als ein Hühnchen.

Darum wollen wir denn auch unsere Leser auf die Bekanntschaft, die sie zu machen haben, vorbereiten und dazu gehört, daß wir uns vor Allem noch einmal das Ei und

namentlich den bereits vorgeführten Keimfleck betrachten, denn gerade hier in dem Keimfleck, da liegt der Knoten.

Der Keimfleck liegt, wie wir bereits gesagt, mitten auf der Oberfläche des Dotters und läßt sich leicht genug an jedem Ei auffinden, sobald man den Dotter geschickt zu drehen weiß, ohne daß die Haut, die ihn umschließt, zerreißt. Wenn man den Dotter so vor sich hinlegt, daß die beiden kleinen Eiweißklümpchen, sammt den gedrehten Eiweißfäden zu beiden Seiten des Dotters liegen, so findet man, daß der Flecken gleichweit von ihnen entfernt ist. Denkt man sich den Dotter in seiner Kugelgestalt, und stellt man sich vor, daß die Eiweißklümpchen, welche die Hausfrauen fälschlich „die Augen" nennen, die Pole dieser Kugel sind, so liegt der Keimfleck auf einem Punkte des Aequators dieser Dotterkugel.

Was aber ist denn dieser Keimfleck?

Diese Frage ist wahrhaftig so schwierig zu beantworten, daß man ihr gern aus dem Wege gehen möchte, wenn es sich nur schickte.

Der Keimfleck zeigt sich bei genauer Besichtigung nicht als ein bloßer Fleck, sondern als eine kleine runde Scheibe, so groß wie etwa ein plattgedrücktes Senfkörnchen, eine Scheibe, die aus zwei Häutchen besteht, die wie Blätter übereinander liegen. Und diese Scheibe liegt unter der Dotterhaut und schimmert durch diese hervor.

Da wir nun wissen, daß der Keimfleck eigentlich eine Keim-Scheibe ist, wollen wir sie fortan mit diesem Namen bezeichnen, und so wollen wir denn sagen: die Keimscheibe ruht auf dem flüssigen Dotter, und zwar an der Stelle, wo der Kanal hinabgeht bis zum Mittelpunkt der Dotterkugel, woselbst sich eine kleine Höhle befindet.

Die Keimscheibe also ist wie eine Art Deckel über

einem feinen Eingang, der zum Mittelpunkt des Dotters führt. Sie ruht mit den Rändern auf dem Dotter, während die Dotterhaut, die den Dotter im ganzen überzieht, auch über die Keimscheibe geht.

Die Veränderungen, die wir nun hauptsächlich sehen werden, gehen eben mit der Keimscheibe vor; denn das Hühnchen ist, — so sonderbar es auch klingt — nichts als die veränderte, umgewandelte Keimscheibe. Das Ei sowohl wie die Dottermasse erleiden zwar Veränderungen, indem sie sich vermindern und dünn-flüssiger werden; aber die Hauptumgestaltung geht mit der Keimscheibe vor, so daß wir in der Folge von der Masse des Eiweißes und des Dotters ganz absehen und immer nur das kleine Scheibchen in seiner Entwickelung im Auge haben werden.

Die ganze Umwandlung aber, das merke man sich wohl, geht unter der Dotterhaut vor sich, so daß man, wenn man ein werdendes Hühnchen wirklich bloß vor sich haben will, genöthigt ist, die Dotterhaut zu zerschneiden und das unter ihr liegende, sehr sonderbare Wesen hervorzuziehen.

Nach diesen vorbereitenden Bemerkungen müssen wir noch zeigen, was man mit scharfen Vergrößerungsgläsern an der Keimscheibe Bemerkenswerthes gesehen hat; und das wollen wir im nächsten Abschnitt thun und der etwaigen Ungeduld eines oder des andern Lesers nur noch das eine sagen, daß man nicht etwa ein ganz kleines Hühnchen oder auch nur ein Köpfchen eines Hühnchens, ja nicht einmal — eine Seele eines Hühnchens, sondern ganz was Anderes gesehen hat.

IX. Was man sieht und was man nicht sieht.

Untersucht man die Keimscheibe und die Stelle, auf welcher sie liegt, mit einem Mikroskop von zwei- bis vierhundertmaliger Vergrößerung, so sieht man in der That mehr als mit bloßem Auge. Kann man nun auch nicht sagen, daß die wunderbaren Vorgänge der künftigen Entwickelung dadurch ihre volle Erklärung finden, so giebt das, was hier vor dem Beginn der Bebrütung und schon wenige Stunden nachher gesehen wird, doch einigen Anhalt zur näheren Einsicht in dieses größte Räthsel der Natur, das Räthsel des werdenden Lebens.

Wir wollen es versuchen, in Kürze die Resultate der neuesten Untersuchungen dieser Art den Lesern vorzuführen, indem wir hierbei der erst jüngst erschienenen, außerordentlich sorgfältigen Arbeit des Privat-Dozenten der hiesigen Universität, Dr. Remak, folgen, dessen Leistungen auf dem Gebiet der Naturwissenschaft stets volle Anerkennung gefunden haben.

Mit großer Sorgfalt vermag man die kleine Keimscheibe abzuheben und dann gewahrt man, daß sie nicht nur der Deckel eines Kanals ist, der zur Höhle im Mittelpunkt des Dotters führt, sondern daß an der Stelle, wo die Keimscheibe aufliegt, eine Art kleiner Grube sich befindet, welche mit weißem feinen Schleim ausgekleidet ist. Am Boden dieser Grube ruht ein kleiner weißer Kern, der eigentlich den Kanal zur Dotterhöhle verstopft. Man wird sich also ein richtiges Bild von dem ganzen Dinge machen, wenn man sich vorstellt, daß im Mittelpunkte des Dotters ein hohler Raum ist; von diesem Raum geht ein Kanal hinauf bis zur Oberfläche der Dotterkugel. Hier aber erweitert sich der Kanal und bildet eine Art Grübchen oder Becher, der mit feinem Eiweiß

überzogen ist. Das Loch dieses Bechers, das zum Kanal führt, ist mit einem weißen Körnchen verstopft und auf dem Rand des Bechers ruht die Keimscheibe wie ein Deckel.

Untersucht man diese Keimscheibe genauer, so findet man, daß sie aus zwei übereinander liegenden Häutchen besteht, die man Blätter nennt. Mit Vorsicht lassen sich beide Blätter von einander trennen und gesondert unter das Mikroskop bringen; thut man dies, so zeigt sich am unteren Blatt durchaus nichts Besonderes, wohingegen das obere Blatt aus feinen, sehr kleinen Kügelchen bestehend sich darstellt, in deren Mitte man schon Andeutungen von Kernen erkennen kann.

Das ist vorerst Alles, womit das Ei ausgestattet ist, wenn es in die Ausbildungsanstalt, in die Brütmaschine gebracht wird; und man wird gestehen, daß dies sehr wenig ist, um Aufschluß über einen Vorgang zu geben, wie der, den wir noch an dem Ei erleben werden. Gleichwohl ist hierin eine Andeutung gegeben, um sich mindestens eine Vorstellung über den wunderbaren weiteren Verlauf einigermaßen bilden zu können.

Wir werden nämlich in der ganzen weitern Darstellung wahrnehmen, daß es wirklich nur die Blättchen der Keimscheibe sind, welche zum lebenden Geschöpfe werden. Sie, die Blättchen, werden sich verändern, sie werden anschwellen, sie werden wachsen, sie werden sich falten, sich umschlagen und verschiedenartig legen und dabei Organe in sich und an sich entwickeln, so lange, bis wirklich ein ganzes lebendiges Hühnchen vor uns erscheinen wird. Im vollen Sinne des Wortes werden wir dann eingestehen müssen: ein Hühnchen ist eine vollends entwickelte Keimscheibe eines Hühner-Eies. Wir müssen also von der Keimscheibe sagen, daß sie die unbegreifliche Fähigkeit

habe, eine Veränderung anzunehmen, die sie zum lebenden Wesen macht. Allein um diese Umwandlung machen zu können, ist es nöthig, daß sie in sich Stoffe aufnehme, ähnlich wie ein Pflanzenkeim dies thut, aus dem sich ein Baum entwickelt, der Blätter, Blüthen und Früchte trägt, und so eine höchst merkwürdige Veränderung seines Wesens erfährt. Und dieser Stoff, den die Keimschale an sich zieht, ist eben das übrige Ei.

Der Kanal unter der Keimscheibe, der zu der kleinen Höhle in dem Mittelpunkt der Dotterkugel führt, ist nun der Weg, auf dem der Stoff des Eies zur Keimscheibe gelangt. Man hat Ursache, sich vorzustellen, daß in Folge der Wärme der Brütung eine Bewegung der kleinsten Theilchen des Eies hervorgerufen wird. Vielleicht findet ein Zuströmen nach dem Mittelpunkte des Dotters statt, von welchem aus der Kanal die geeigneten Theilchen des Eies aufwärts sendet. Die Veränderungen, welche das Eiweiß erduldet, mögen wohl auch erst durch die Veränderungen der Masse des Dotters hervorgerufen werden. Zwar ist der Dotter in der Dotterhaut abgeschlossen von dem Eiweiß; allein man weiß es jetzt durch die mannigfachsten Versuche, daß alle Arten von Haut einen Austausch der Säfte von der einen Seite zur andern zulassen, ja sogar begünstigen. In den Wänden aller Thierhäute findet eine Art Ein- und Ausschwitzen statt, welches man wissenschaftlich mit dem Namen Endosmose und Exosmose bezeichnet. In der That lehrt der Augenschein, daß die Keimscheibe nach und nach den ganzen Stoff des Eies an sich zieht und gewissermaßen verspeist und in Folge dieser Speise wächst. Unzweifelhaft spielt auch die Luft im Ei und die Luft außerhalb des Eies, und zwar durch die feinen Löcher der Eischale hindurch, ihre wichtige Rolle mit. Ein luftdicht um-

schlossenes Ei brütet ebensowenig aus wie ein Ei, von dem auch nur ein kleiner Theil der Schale abgebrochen ist. — Inwieweit noch andere Kräfte hier mitwirken, ist freilich nicht festzustellen. Aus allem aber geht hervor, daß es die kleine Keimscheibe ist, welche das Ei im ganzen während der einundzwanzig Tage aufspeist und die verbrauchten Stoffe sogar auch ausscheidet; dafür aber wächst, verändert und gestaltet sich diese Keimscheibe so lange um, bis sie ein vollständiges Hühnchen geworden ist.

Freilich kann man das, was da vorgeht, oder richtiger während es vor sich geht, nicht sehen; die Untersuchung kann immer nur dahin geführt werden, um genau zu ermitteln, was von Zeit zu Zeit bei jedem neu aufgebrochenen Ei bereits vorgegangen ist; aber indem wir die Resultate dieser Untersuchung unsern Lesern kurz vorführen werden, wird man es uns erlauben, auch einige Vermuthungen auszusprechen, die freilich die strenge beobachtende Wissenschaft nicht früher zu geben wagt, bevor sie nicht unumstößliche Beweise für dieselben hat.

Und nun endlich zur Sache.

X. Nach der Brütung von sechs und von zwölf Stunden.

Nehmen wir an, wir hätten eine Anzahl von Eiern in die Brütmaschine gebracht, woselbst sie dem Einfluß einer Wärme von dreißig Graden ausgesetzt sind, so reichen schon wenige Stunden hin, um wesentliche Veränderungen hervorzubringen. Es ist viel in dieser kurzen Zeit vorgegangen, denn wir sehen, daß die Keimscheibe schon den richtigen Ansatz gemacht hat, um ein Hühnchen werden zu wollen, und das ist gar nicht wenig, weil dies

voraussetzt, daß die kleine Keimscheibe dem ganzen Ei den Impuls gegeben haben muß, um ihr und ihrer Bestimmung dienstbar zu sein.

Freilich ist das, was wir nach etwa sechs Stunden Brütung sehen können, nicht sehr auffallend; aber es ist doch immer der Anfang gemacht und bekanntlich ist aller Anfang schwer.

Das Erste, was man sieht, ist, daß die Keimscheibe gewachsen ist. Früher hat sie nur wie ein Deckel auf dem Grübchen aufgesessen, das zum Kanal der Dotterhöhle führt, jetzt hat sie sich's bequemer gemacht; sie hat um sich gegriffen und ruht mit einem breiteren Rande auf dem Dotter. Untersucht man indessen genauer, welcher Theil der Keimscheibe so zugenommen hat, so findet man, daß dies nur vom oberen Blatte der Scheibe geschehen ist, während das untere Blatt an einer andern Art von Veränderung Theil genommen hat, die bedeutsam genug ist

Vor der Bebrütung waren durch das Mikroskop nur Kügelchen im Keimblatt bemerkbar; während der Bebrütung von nur wenigen Stunden haben sich zuerst die Kügelchen durch Theilung vermehrt; das heißt, aus einzelnen größeren Kügelchen wurden mehrere kleinere. Da es eine ganze Masse von Thierchen giebt, die in dieser Art von Vermehrung durch Theilung ihr Geschlecht fortpflanzen, so ist diese Erscheinung am Ei allein schon hinreichend, anzudeuten, daß hier ein Lebensakt vor sich gegangen ist, der erste Akt in einem vielaktigen Spiel des Lebens.

Aber es bleibt nicht bei dieser Vermehrung der Kügelchen stehen; sondern es leitet diese Vermehrung nur den zweiten wesentlichen Akt ein, und zwar die Entstehung von **Zellen**.

Meist sieht man nach sechsstündiger Brützeit, daß so-

wohl das obere wie das untere Blatt nicht mehr aus Kügelchen besteht, sondern daß aus den Kügelchen schon Zellen geworden sind, das heißt: Bläschen von einer feinen Haut gebildet, welche im Innern eine Flüssigkeit und in der Mitte einen kleinen Kern in sich haben.

So geringfügig dies dem Unkundigen erscheinen mag, so wichtig ist diese Erscheinung in den Augen jedes Kenners, der dem Wesen und den Erscheinungen des Lebens nachspürt.

Man muß es nämlich wissen, daß die Zelle ein wesentliches Merkzeichen des Pflanzen- und Thierlebens ist, während Alles, was dem Gesteinreich angehört, also nicht Pflanze oder Thier ist, immer nur in Krystall-Form auftritt. Die Naturforschung der neuern Zeit hat die eben so wichtige wie interessante Entdeckung gemacht, daß alle Produkte der Gestein-, Erd- und Metallarten, mit einem Wort, daß alle Dinge, die nicht von Pflanzen oder Thieren abstammen, in ihrer F o r m schon wesentlich verschieden sind von Pflanzen oder Thierstoffen. Jene Dinge, die man die leblosen nennt, nehmen immer, sobald sie sich zu festen Körpern gestalten, die Krystall-Form an. Anders jedoch ist es mit den Stoffen, die ein Leben in sich tragen, wie Pflanze und Thier; sie bestehen nie aus Krystallen, sondern immer aus sehr kleinen aneinander gefügten Z e l l e n. Krystalle sind daher ein Merkmal der leblosen Materie, während die Zelle das Merkmal der lebenden oder lebensfähigen Materie ist.

Daher ist der Moment, wo die beiden Blätter der Keimscheibe in sich Zellen ausbilden, auch mit Recht als ein Moment der Lebensentwickelung zu betrachten, als das erste Erwachen des Lebenstriebes, der die Materie zwingt, die Form des Lebens anzunehmen.

So gering dieser Anfang ist, so leitet er doch das Leben ein und ist die Vorbereitung zu einer weitergehenden Entwickelung, die sofort schon, wie wir sehen werden, bedeutender wird, wenn wir ein zweites Ei erst nach noch weiteren sechs Stunden aus der Brütmaschine nehmen.

Brechen wir dieses Ei auf, so bemerken wir, daß die Keimscheibe und zwar hauptsächlich das obere Blatt derselben, sich noch weiter ausgedehnt hat. Die Zellen haben sich vermehrt und sind deutlicher als solche zu erkennen; hauptsächlich Neues aber, das hier zur Erscheinung kommt, ist eine bedeutende Veränderung des unteren Keimblattes.

Das untere Keimblatt nämlich spaltet sich und wird zu zwei Blättern, von denen das eine unter dem andern liegt, so daß die Keimscheibe jetzt aus drei übereinander liegenden Blättern besteht. Wir werden auch fortan, wenn wir von den Blättern der Keimscheibe sprechen, das unterste, das mittlere und das obere Blatt genau von einander zu unterscheiden haben; denn wir werden bald sehen, daß jedes der drei Blätter, oder richtiger der drei übereinander liegenden Häutchen, welche jetzt schon einen recht breiten Deckel über dem Eingang und dem Rand der Dotterhöhle bilden, eine besondere Bestimmung hat. Jedes dieser drei Blätter ist, wie die neuesten Untersuchungen des genannten verdienstvollen Naturforschers Remak bewiesen haben, eine Art Fabrik, die den Stoff, der ihm wahrscheinlich durch den Dotterkanal zuströmt, in eigener Weise verarbeitet, um daraus entsprechende Theile des Hühnchens zu machen.

Ist denn aber vom Hühnchen noch gar nichts zu sehen?

Nur Geduld, mein freundlicher Leser, wir werden gleich etwas davon zu sehen bekommen, was wir Men-

schen, wenn wir Hühnchen machen sollten, schwerlich zuerst machen würden.

XI. Wir sehen etwas vom Hühnchen.

Bis über die Mitte des ersten Brüttages hat sich noch immer kein bestimmter Leibestheil des Hühnchens gebildet. Die drei übereinanderliegenden Blätter der Keimscheibe, die eigentlich Alles in Allem sind, haben zwar begonnen, die erste Stufe des Lebens zu beschreiten; aber man kann bis jetzt immer noch nicht sehen, wo und wie aus denselben ein Geschöpf oder auch nur ein Theil des Geschöpfchens entstehen soll. Erst um die vierzehnte oder fünfzehnte Stunde zeigt sich die erste Spur des ersten Körpertheiles.

Und welches ist dieser Körpertheil, der die Ehre hat, der Erstgeborene oder Erstgebildete vor allen andern zu sein? —

Wahrlich, wir haben nicht übel Lust, eine kleine Weile unsere Leser über die Antwort auf diese Frage nachdenken zu lassen.

Wenn wir Menschen im Stande wären, Hühnchen zu machen, womit würden wir wohl zuerst anfangen? Der Eine meint ohne Zweifel, daß der Kopf doch die Hauptsache sei, und es sich zieme, zuerst einen Hühnerkopf fertig zu machen und an diesen das Uebrige anzusetzen. Der Andere sagt sicherlich: Nein, das hieße ein Haus vom Giebel zu bauen beginnen; es ziemt sich, zuerst alles andere fertig zu machen, und dann den Kopf, als die Krone des Werkes, den Schluß bilden zu lassen. Ein Dritter möchte das Hirn, den Sitz des Gedankens vor allem fertig haben! ein Vierter wird dem Herzen das Vorrecht der

Erstgeburt oder Erstbildung zusprechen, weil, wenn dieses nicht da sei, das Leben gar nicht beginnen könne. — Vielleicht giebt es sogar Menschen, die den Magen als das vorzüglichste und hauptsächlichste Organ des Lebens ansehen und vor allem verlangen würden, daß man für diesen Theil des Körpers zuerst sorgen möge. — Und so dürften die Ansichten so weit auseinandergehen, daß wir Menschen vielleicht jahrelang über den Anfang streiten würden, bevor wir überhaupt etwas zu Stande brächten, selbst wenn wir das Kunststück sonst verständen.

Die schaffende Natur macht es anders. Sie zweifelt nicht über den Anfang und ist ihrer Sache so sicher, daß von tausend Hühner-Eiern auch nicht eines abweicht von dem vorgeschriebenen Bildungsgang, sondern alle regelrecht und unabwendbar in ganz genau bestimmter Weise sich zu formen anfangen.

Um die angegebene Stunde erscheint in der Mitte des oberen Keimblattes ein feiner Streifen, der an einem Ende ein wenig dicker ist, als am anderen; und dieser Streifen ist die erste Andeutung des Rückens und zwar dessen Mittellinie.

Der Streifen theilt die Keimscheibe in eine rechte und linke Seite, und ist auch die Grenze der rechten und der linken Seite des Hühnchens, so daß man aus dem Streifen mindestens vorerst sehen kann, in welcher Richtung dasselbe liegen wird.

Da wir wissen, daß ein Ei nicht kugelrund ist, sondern eine lange und eine kurze Axe hat, so sollte man vermuthen, daß sich das Hühnchen gewiß mit seiner Körperlänge nach der Länge des Eies legen würde. Das ist aber nicht der Fall! die Länge des Hühnchens liegt anders. Wenn man das Ei in der Breite so vor sich hinlegt, daß man das stumpfe Ende des Eies zur linken und

das spitze Ende zur rechten Hand hat, so liegt der Streifen, der den Rücken des Hühnchens andeutet, senkrecht vor dem Auge des Beschauers, und zwar wird sich an dem oberen Ende, wo der Streifen ein wenig dicker ist, der Kopf des Hühnchens bilden, während das untere Ende die Schwanzseite des Hühnchens sein wird. — Denken wir uns das ganze Ei als das Bett des Hühnchens, so liegt das Hühnchen nicht, wie jeder ordentliche Mensch, mit der Körperlänge in der Länge seines Bettes, sondern durchaus in der Quere.

Das mag uns freilich sonderbar genug vorkommen; da aber die schaffende Natur das Ding doch besser versteht als wir, so müssen wir uns damit beruhigen, daß es gewiß so sein muß. Und wirklich scheint es der Fall zu sein, denn diese quere Lage hat einen besondern Vortheil für unser werdendes Geschöpf. — Wir werden nämlich später sehen, daß das Hühnchen seinen Kopf nebst dem langen Hals nicht zu lassen weiß und diesen umbiegen muß nach der linken Seite, meist unter den linken Flügel; dadurch kommt aber der Schnabel gerade an das breite Ende des Eies, wo der Luftraum sich befindet und das junge Geschöpf hat hiernach die beste Gelegenheit, sich im Athmen zu üben, wenn es so weit ist, dies Kunststück benutzen zu müssen. Läge das Hühnchen der Länge nach im Ei, so würde diese Länge doch nicht ausreichen, um den Kopf an den Luftraum zu lassen, denn ein Hühnchen ist von Kopf bis Schwanz viel länger, als ein Ei vom breiten bis zum spitzen Ende. Das Hühnchen wäre nun genöthigt, den Kopf wiederum seitwärts irgendwo unterzubringen, würde aber dabei schlecht fahren, indem es mit dem Schnabel nicht an einen Luftraum käme.

Mit diesem Auftreten des ersten Streifens, der die Ehre hat, die Mittellinie des Rückens unseres Hühnchens

vorzustellen, sind noch andere Erscheinungen verbunden, die man etwa nach einer Brütung von achtzehn Stunden deutlich sehen kann.

Die ganze Keimscheibe hat sich bedeutend vergrößert; dabei verdicken sich die beiden oberen Blätter in ihrer Mitte, so daß sie dort undurchsichtiger werden, als an den Rändern. Endlich aber verwachsen die beiden obersten Blätter mit einander in der Richtung jenes ersten Streifens und bilden durch diese Verwachsung eine längliche Platte, die man die Axen-Platte nennt. Rings um diese Platte aber sammelt sich sowohl oben um den künftigen Kopf, wie unten um den künftigen Schwanz des Hühnchens eine mehr körnige Verdickung an, die sich mit dem obersten Blatte etwas dunkler ausnimmt, und dem ganzen Dinge, das wir jetzt vor uns haben, den Anblick eines kleinen Bisquits gibt, dessen oberes und unteres Ende von einem dunklen Rande umgeben ist.

Wir werden sofort sehen, wie dies nur die Einleitung ist zur Bildung des wichtigsten Organs in unserm armen Geschöpfchen, das verurtheilt ist, das geheimnißvolle Werden seines Lebens unterbrechen zu lassen, um unsere Wißbegierde zu stillen.

XII. Das Hühnchen ist einen Tag alt.

Wir haben gesehen, daß die Hühner-Fabrikation in der ersten Hälfte des ersten Tages etwas langsam und bedächtig vor sich geht; dafür aber macht sich's in den letzten sechs Stunden dieses Tages schon etwas besser, und zwar geht die Fabrik nach allen Richtungen hin recht ernst darauf los, etwas zu Stande zu bringen.

Der Rücken des Hühnchens war bereits in der achtzehn-

ten Stunde der Brütung durch den feinen Streifen auf der Keimscheibe angedeutet. In der Richtung dieses Streifens wächst das obere und das mittlere Keimblatt zusammen und bildet eine schmale, längliche Platte. In dieser Platte nun, welche man als Rückenplatte bezeichnen kann, erhebt sich längs den beiden Seiten des ersten Streifens ein feiner Rand, der sich wie der Wall neben dem Streifen hinzieht.

Da dies, wie gesagt, zu beiden Seiten längs des ersten Streifens geschieht, so stehen sich die zwei Wälle gegenüber und lassen ein langes Thal oder richtiger eine Rinne in ihrer Mitte — und diese Rinne wird bald die hohle Wirbelsäule bilden, in welcher das so wichtige Rückenmark sein sicheres Lager findet.

Die Rinne ist nach der Kopfseite hin etwas tiefer, indem hier die Wälle zu beiden Seiten etwas schärfere Kanten bilden. Ist dies geschehen, so bemerkt man bald, daß sich die scharfen Kanten der Wälle zu einander neigen und indem sie sich berühren und später mit einander verwachsen, fangen sie an, ein hohles Rohr zu bilden, welches den Kanal ausmacht, der vom Gehirn durch den Hals und Rücken geht und der der Sitz des Nervenstranges wird, von dem aus später der ganze Körper mit Nerven versorgt wird.

Fast gleichzeitig aber bemerkt man auch, daß zu beiden Seiten der Rinne und der sie bildenden Wälle weiße kleine Flecke entstehen, die fast wie knöcherne Würfelchen aussehen. Diese Würfelchen sind wirklich werdende Knochen und zwar bilden sie den Anfang der Wirbelknochen. Wenn nun die Rinne zuwächst und das Rohr bildet, so nimmt sie diese Würfelchen mit, so daß sie von beiden Seiten zu einander kommen und so die knöcherne Wirbelsäule

zu bilden anfangen, welche das Rückenmark, jenen vom Gehirn ausgehenden Nervenstrang, einschließt.

Sieht man denn aber nichts vom Kopf des Geschöpfchens, der der Sitz des Gehirns werden soll?

Die Antwort auf diese Frage wird wahrscheinlich den Lesern etwas sonderbar klingen; aber wir können uns nicht helfen, sondern müssen es nur sagen, daß alle Forschungen der neuesten Zeit den Beweis geliefert haben, daß der Kopf eines Wesens keineswegs etwas ganz Apartes, besonders Geschaffenes ist, dem der Körper nur als eine Art Postament zugegeben ist; es ist vielmehr der Kopf jedes Thieres nur ein höher ausgebildeter Wirbel desselben.

Es würde uns viel zu weit von unserm Thema abführen, wenn wir diese Behauptung der neuern Wissenschaften unsern Lesern völlig deutlich machen wollten; nur so viel wollen wir sagen, daß damit keineswegs behauptet werden soll, daß das Haupt nicht auch die Hauptsache am Thiere sei; es soll damit nur das Eine gesagt werden, daß die Natur die erste Bildung des Kopfes nur als Wirbel anlegt und die Form des Kopfes erst aus der des Wirbels entwickelt.

An unserm Hühnchen nimmt man diese Art Entwickelung ebenfalls wahr. Der Kopf des Hühnchens ist vorerst in der That nur der erste oberste Wirbel; aber gleichzeitig mit dieser Bildung geschieht schon etwas besonderes mit diesem werdenden Kopfe und dies ist Folgendes:

Schon während der letzten Stunden hebt sich die immer weiter wachsende Keimscheibe etwas in die Höhe. Der Rücken des Hühnchens krümmt sich gewissermaßen und macht einen kleinen Buckel. Während aber bei der Bildung des Wirbelrohrs und der Wirbel nur die beiden oberen Blätter der Keimscheibe thätig waren, erhebt sich's

am Kopfende, also am ersten Wirbel, blasenartig von unten, vom untersten Blatte her in die Höhe, und diese Erhöhung biegt und buchtet sich am Kopfende immer mehr vor, so daß das Hühnchen auf dem Dotter wie ein umgestülpter Kahn daliegt, dessen obere Biegung stärker ist, als die untere.

Während der Zeit, daß dies vor sich gegangen ist, hat die Fabrik an anderen Theilen keineswegs still gestanden; sie hat sich vielmehr nach allen Seiten hin geregt und bewegt.

Vor Allem hat sich beim Heben des Rückens schon die Anlage der rechten und linken Seite des Hühnchens gemacht. Zwar kann man keinem Menschen in der Welt zumuthen, in diesem Dinge wirklich ein Hühnchen zu erkennen; aber es ist doch schon immer etwas, wenn man sagen kann: falls dies ein Hühnchen wird, so wird hier oben der Kopf, diese Seite die rechte, diese die linke desselben sein. Genaue Untersuchungen zeigen aber noch mehr, und zwar ringsum im Rande des mittlern Blattes, welcher Rand gar nicht mit dem Hühnchen in Verbindung zu sein scheint, sondern nur wie ein Kranz rings um dasselbe liegt. In den feinen Geweben dieses Randes zeigen sich gegen Ende des ersten Brüttages feine Blutzellen, die später eine wichtige Rolle spielen.

Blicken wir nun noch auf den Dotter im Ganzen, so sehen wir, daß die dreiblättrige Keimscheibe, in deren Mitte sich eine Hühner-Form erhebt, mit ihren drei verschiedenen Rändern weit in den Dotter eingreift; das oberste Keimblatt am weitesten, weniger das mittlere; während aber diese beiden Blätter auf der Oberfläche des Dotters sich ausbreiten, geht das unterste Blatt tiefer in den Dotter hinein und breitet sich innerhalb desselben aus.

So weit wäre nun ungefähr das Hähnchen nach vierundzwanzig Stunden; wir werden bald sehen, was es in den nächsten Stunden noch für Kunststücke machen kann.

XIII. Ein Blick in die Hühnerfabrik.

Aus der Geschichte des Hähnchens am ersten Tage seiner Bildung ergiebt sich schon, daß die Natur anders verfährt, als wir Menschen verfahren würden.

Die Natur macht nicht einen Theil fertig und läßt ihn dann ruhen, um zu einem andern überzugehen, damit sie, wenn sie nach und nach Alles gemacht hat, die Zusammensetzung des Hühnchens vornehmen könne. Sie arbeitet vielmehr gleichzeitig und in unterbrochenem Zusammenhang an allen Theilen zugleich. Ihrem Wirken kommt eine Fabrik weit mehr nahe, als eine Werkstatt. Der Unterschied zwischen menschlicher Fabrik und Werkstatt ist meisthin der, daß in der Fabrik die Theilung der Arbeit und das gleichzeitige Fertigwerden aller einzelnen Theile stattfindet. In derselben Zeit, wo in dem einen Winkel einer Uhrfabrik ein Rädchen gemacht wird, werden auf allen andern Seiten der Fabrik alle übrigen Theile der Uhr gleichzeitig fertig. Bei der Werkstatt ist dies nicht so. Dort muß meisthin der eine Theil des Werkes liegen bleiben, um auf das Fertigwerden des andern zu warten. Die Theilung der Arbeit in der Fabrik fördert die Herstellung des Ganzen, während dagegen die Werkstatt äußerst langsam vorwärts kommt. In diesem Sinne ist wirklich die Natur fabrikmäßig in ihrem Schaffen.

Sie ist aber zugleich eine höchst vollendete, von Menschen durchaus unnachahmliche Fabrik, insofern sie nicht

nur gleichzeitig, sondern auch zusammenhängend arbeitet. Während jede menschliche Fabrik, wenn alle einzelnen Theile des Werkes fertig geworden sind, erst noch die Zusammenstellung des ganzen Werkes vornehmen muß, arbeitet die Natur schon sofort einen Theil in den andern hinein, so daß nicht Theile, sondern wirklich ein Ganzes mit einemmale fertig wird.

Wir haben zwar bei der Thätigkeit unserer Hühner-Fabrikation am ersten Tage gezeigt, daß sich vornehmlich der Rücken zuerst auszubilden anfängt; aber man täuscht sich, wenn man glaubt, daß das wirklich schon ein fertiger Rücken ist, was wir nach den ersten vierundzwanzig Stunden sehen. Weder die Haut, noch das Rückenmark, noch die Knochen, weder das Fleisch, noch die Blutadern, noch die Nerven sind in demselben vorhanden. Alles ist aber zugleich angelegt, um zur Zeit fertig zu werden und zwar zur Zeit, wo das ganze Hühnchen fertig ist, nicht früher und nicht später.

Wie aber sieht es nach dem ersten Tage mit den Seiten und dem Bauch des Hühnchens aus?

Um über diese Frage den Leser vollkommen klar zu machen, müssen wir einen besondern Umstand hier hauptsächlich hervorheben, der sich eigentlich schon von selbst verstehen sollte.

Das, was wir den Rücken des Hühnchens genannt haben und ebenso die blasenartige Buchtung, die wir als Anlage des Kopfes erkennen, ist — das bitten wir unsere Leser sich zu merken — nur eine Erhöhung und Faltung in der Mitte der Keimscheibe, deren Blätter sich dort so gehoben haben. Dieser Rücken sowohl wie der sogenannte Kopftheil ist ganz und gar in der Runde verwachsen mit der den Dotter umschließenden Keimscheibe, so daß man

diese Körpertheile gar nicht vom Dotter abheben kann, ohne die Keimscheibe mit abzuziehen.

Thut man dies aber, oder schneidet man Kopf und Rücken von der Keimscheibe aus und kehrt das Ding, das einen Körpertheil eines Geschöpfes vorstellen soll, um, so findet man, daß weder ein Bauch, noch eine Brust, noch ein sogenanntes Gesicht vorhanden ist. Es ist nichts da als eine Höhlung, welche auf dem Dotter geruht hat, und es zeigt sich auf diesem Dotter auch nicht die geringste Spur, wie und wo hier ein Bauch, eine Brust und der Vordertheil des Kopfes entstehen soll.

Und in der That wird es auch nicht so entstehen, wie man sich das denken sollte; vielmehr müssen wir schon jetzt auf die wundervolle Erscheinung aufmerksam machen, die sich erst später zeigen wird, die aber zum Verständniß dessen, was am zweiten Tage geschieht, durchaus nothwendig ist.

Die Rückseite des Hähnchens ist eben im Bilden begriffen und sie bildet sich aus einem Theil der Keimscheibe und zwar aus deren Mitte. Die Vorderseite dieses Geschöpfes, das, was man Bauch, Brust u. s. w. nennt, wird noch lange Zeit offen bleiben, offen auf dem Dotter liegend, ja ein wirkliches Schließen wird erst sehr spät stattfinden, fast erst kurz vor dem Auskriechen des Hähnchens aus dem Ei. Aber schon vom zweiten Tage ab wird sich die Anlage zur Bildung der vorderen Wände des Körpers zeigen; und zwar ist es auch die Keimscheibe, die diese bilden wird.

Der Vorgang ist ganz eigenthümlich und erfordert, daß man sich die Sache etwas deutlicher macht. Man denke sich das Hähnchen, als ob es ganz und gar in dem Theil läge, den wir jetzt Rücken und Kopf genannt haben, und stelle sich vor, daß die übrige Keimscheibe rings-

um nur eine Art Schlauch ist, die das Hühnchen mit dem Dotter verbindet. Für jetzt ist dieser Schlauch weit, sehr weit, viel weiter, größer und breiter als das Hühnchen selber; aber dieser Schlauch wird sich nach und nach unter dem Hühnchen zu verengen anfangen; er wird unter dem Kopf und der Schwanzseite und ebenso zu beiden Seiten des Hühnchens sich zusammenziehen, und gewissermaßen immer mehr und mehr abschnüren, so daß der Schlauch immer enger wird, bis er endlich so dünn wie ein Rohr ist, das innerlich einen Kanal bildet, der vom Hühnchen zum Dotter führt. In dieser Weise wird das Hühnchen auch einen Vordertheil des Körpers bekommen und zwar aus demselben Zeug, woraus sich der Rücken gebildet und nur mit dem Unterschied, daß der Rücken sich gehoben und der Vordertheil sich durch ein unter dem Hühnchen stattgehabtes Zusammenziehen der Keimscheibe gemacht hat. Das Hühnchen wird dann wie eine Frucht aussehen, die auf einem Stiel, dem Rohre wächst, welches vom Dotter zu demselben hinführt.

Und wirklich ist es so. So ist es nicht nur mit dem Hühnchen, sondern auch mit dem im Mutterschooß ruhenden menschlichen Geschöpf, und der Stiel, woran es dann wächst, ist — die Nabelschnur, durch welche es groß gefüttert wird bis zur Minute, wo es an die Luft dieser Welt ausgesetzt wird.

Nach diesen Vorbereitungen wird es uns leichter werden, die Vorgänge des zweiten Tages deutlicher zu machen.

XIV. Wie einem Hören, Sehen und Denken vergehen kann.

Ist es schon keine Kleinigkeit, dem Treiben des Hühnchens während der ersten vierundzwanzig Stunden der Brütung nachzuspüren, so hat man wahrhaftig alle Hände voll zu thun, wenn man dessen Erlebnisse des zweiten Tages aufzählen soll.

Wir könnten uns zwar das Ding recht leicht machen und glattweg unseren Lesern versichern, daß dieser zweite Tag aus dem Leben des Hühnchens, wie man zu sagen pflegt, der schönste Tag seines Lebens sei, denn es wird an diesem Tage ein Wesen von Kopf und Herz. Aber wir haben viel, viel dem hinzuzufügen, zumal da der Kopf an diesem Tage eher wie vier verschiedene Köpfe aussieht, als wie ein einziger, und was das Herz betrifft, sicherlich kein Mensch auf Gottes weiter Erde behaupten wird, das Hühnchen habe an diesem Tage das Herz auf dem rechten Flecke.

Es geht hierbei aber noch so viel Anderes d'rum und d'ran vor, daß wir gut thun, die Hauptsachen der Reihe nach aufzuführen.

Schon am ersten Tage begann sich das hohle Rohr im Rücken zu bilden, welches das Rückenmark aufzunehmen bestimmt ist; am zweiten Tage setzt sich diese Bildung fort, so daß es sich Hals abwärts mehr und mehr schließt. Zugleich vermehren sich von beiden Seiten dieses Rohres die Anfänge der Wirbelknochen und fügen sich so zu einander, daß sie das Wirbelrohr umschließen.

Ferner umspannt die unausgesetzt wachsende Keimscheibe immer mehr und mehr den Dotter, so daß sie bald den ganzen Dotter in sich eingeschlossen haben wird. Aber indem sie dies thut, hebt sich der Theil der Keimscheibe,

der Hühnchen ist, immer mehr und mehr vom Dotter ab und vollzieht so eine Absonderung oder Abschnürung des Hübnchens vom Dotter.

Vornehmlich aber treten am zweiten Tage der Brütung folgende hauptsächliche Erscheinungen auf.

An der Kopfseite des Thierchens, das wir vor uns haben, erheben sich vier verschieden geformte blasenartige Erhöhungen, so daß man meinen sollte, es wollen sich am Hühnchen vier Köpfe bilden. Gleichwohl aber zeigt es sich bald, daß diese Erhöhungen nur Theile eines Gehirnes sind und sie alle zusammen den Kopf ausmachen werden. Und in der That stellt sich's eben um die Mitte des zweiten Tages heraus, daß der Kopf ernstliche Anstalten macht, seinen bevorzugten Charakter zu behaupten.

Das Ei bietet zwar für einen nur einigermaßen erhabenen Kopf keinen Raum; dazu muß man von diesem Kopfe noch sagen, daß er ganz besonders demüthig erscheint, denn er taucht gewissermaßen in den Dotter unter und sinkt beim Wachsen immer mehr auf die Brust. Der Nacken des Hühnchens ist außerordentlich gebeugt und je mehr der Kopf an Größe zunimmt, desto bescheidener läßt das Hühnchen denselben hängen. Gleichwohl giebt sich der Kopf doch als das hauptsächlichste Glied des ganzen Wesens zu erkennen, denn sein Wachsthum ist bedeutend stärker als das des übrigen Körpers, und er macht auch zuerst Anstalt dazu, sich zu einem Dasein außerhalb des Eies vorzubereiten, zu einem Dasein im Lichte dieser Welt, auf der wir so gern wandeln.

Um die angegebene Zeit, um die Mitte des zweiten Tages, bemerkt man nämlich an der vordersten Blase des Kopfes, oder richtiger am Vordertheil des Gehirns, zu jeder Seite desselben eine kleine Erhöhung — den Anfang der **Augen**.

Die Augen sind in dieser Zeit freilich nur Bläschen, die zu beiden Seiten auf einer andern Blase, dem Vorderhirn, sich bilden. Wenn man den Kopf des Hühnchens sich dazu zurecht legt, so kann man sogar durch den Kopf hindurch von einem Auge zum andern sehen und gewissermaßen beobachten, was eigentlich dort steckt, wo sich bald feste Gehirnmasse befinden soll, die unzweifelhaft die Wohnung der Gedanken dieses Thierchens werden wird. Allein so viele Gedanken dies in uns anregen mag, und so viel wir unser Auge und Hirn dabei anstrengen mögen, man vermag in dieser Stätte der größten Wunder nicht viel mehr zu entdecken, als eine helle Flüssigkeit, in welcher vorher nicht einmal der Gedanke irgend eines Gedankens sichtbar wird, sondern aus welcher sich noch im Laufe dieses Tages festere Massen als Gehirn ausscheidet. Gleichzeitig mit diesem ersten Auftreten des Gehirns tritt das Rückenmark entschieden auf, zuerst ebenfalls nur als Flüssigkeit, welche sich im hohlen Rohr der Wirbel bildet, dann als fester werdende Masse, welche in oder aus der Flüssigkeit entsteht.

Aber nicht das Auge allein ist es, das dem Kopf jetzt schon den Charakter eines Dinges giebt, welches sich vorbereitet, im Lichte des Tages auf der Erde zu wandeln, sondern auch jene Pforten beginnen sich zu beiden Seiten des hintern Hirntheils zu bilden, welche Kunde von dem geben, was in der Entfernung vorgeht, selbst wenn man es nicht sieht. Das Ohr, welches bestimmt ist, auf Erden die Schwingung der Luft als Schall und Ton in sich aufzunehmen, und auf das Bewußtsein des Gehirns zu wirken, das Ohr fängt an, sich schon in der letzten Hälfte des zweiten Tages zu bilden, freilich nur als feines Bläschen, an welchem vorerst nichts von seiner künftigen Bestimmung zu erkennen ist als das eine, daß es

ungefähr den Ort einnimmt, wo das fertige Ohr seinen Sitz haben wird.

Bedenkt man nun, daß dies in der verschlossenen Ei-Schale geschieht, wo weder eine Anregung zum Sehen, noch zum Hören, noch zum Denken da ist — also nicht geschieht für den jetzigen Zustand des Hühnchens, sondern für seine ihm völlig unbekannte Zukunft auf Erden, wo ihm Gedanken nöthig sein werden, wo es sein eigenes Kikriki und sonst noch Vieles wird zu hören bekommen, und wo es auch was zu sehen giebt, weil die zwanzig Millionen Meilen weit entfernte Sonne so gut ist, Lichtstrahlen herabzusenden, — bedenkt man dies und noch eine ganze Reihe von Gedanken, die d'rum und d'ran hängen, so muß man gestehen, daß bei Betrachtung dieser sich bildenden Gedanken-Werkstätte, dieses Auges und dieses Ohrs in einer verschlossenen Ei-Schale — dem klügsten Menschen so zu sagen Hören und Sehen und Denken vergehen kann!

XV. Ein Wesen von Kopf und Herz.

„Was aber ist ein Wesen, und hätte es den vollendetsten Kopf, wenn ihm das Herz fehlt?!"

So vielleicht ruft eine gefühlvolle Leserin aus, die es weniger interessirt, wie sich der Kopf des Hühnchens zu bilden anfängt und sich größeren Genuß verspricht, wenn sie vom Werden des Herzens hört.

Nun denn, so wollen wir zeigen, wie unser Wesen schon am zweiten Tage seines Daseins auch beherzt wird; aber sagen müssen wir sogleich, daß das Herz, das bekanntlich ein kurioses Ding ist, auch ganz kurios in seinem Entstehen ist.

Schon der Ort, wo es entsteht, ist höchst sonderbar und abenteuerlich, und es gehört eine besondere Sorgfalt dazu, um diesen Ort genau zu bezeichnen.

Wir müssen nämlich nicht vergessen, daß unser Geschöpf, das am Ende des ersten Tages etwa wie ein umgestülpter Kahn ausgesehen hat, auch jetzt noch nicht viel hübscher geworden ist. Es hat sich nur in so weit wachsend verändert, daß sich der Kopftheil noch mehr gebuchtet und die Höhlung, die er vorerst bildet, noch weiter vor sich gegangen ist. Die Seitenwände, mit denen es auf dem Dotter lag, haben sich ein wenig mehr nach unten geneigt, und auch das Schwanz-Ende hat sich gebogen, und zwar abwärts an den Dotter hinab. In solcher Weise hat sich der umgestülpte Kahn in die Form eines umgekehrten Parisers verwandelt, der mit der Sohle nach oben liegt.

Stellen wir uns das Hühnchen in dieser Form dar, und vergleichen wir es einmal des Spaßes halber mit einem Pariser, so stellt der Rücken, den uns das Hühnchen zuwendet, die nach oben gekehrte Sohle vor. Die Seitentheile des Schuhes entsprechen der rechten und linken Seite des Hühnchens, der abwärts gehende Hackentheil des Schuhes ähnelt dem abwärts geneigten Schwanztheil des Hühnchens, und die nach unten gekehrte große Höhlung entspricht der nach unten sich beugenden Blase, welche der Kopf des Hühnchens ist, und die wir zur näheren Bezeichnung die Kopfkappe nennen wollen.

Auch insofern ähnelt das Geschöpfchen jetzt einem Schuh, daß es vorerst unten noch ganz offen ist. Die Leibeshöhle, Brusthöhle und Kopfhöhle ist noch an diesem Tage nur ein und dieselbe. Nur in einem Punkte ist es schlimmer dr'an als ein Schuh, denn es ist mit seinem Rande, dort, wo der Schuh gewöhnlich ringsum mit Band ein-

gefaßt wird, angewachsen an der weiter um den Dotter gehenden Keimschreibe, die sich an diesem Rande umschlägt, um den Dotter in sich einzuschließen.

Bedenken wir nun, daß das ganze Geschöpf eigentlich nur eine Art Auswuchs der Keimscheibe ist, daß diese Keimscheibe eine Blase oder Kappe bildet, statt des Kopfes, daß sie aber, nachdem sie dies gethan, umbiegt, um wieder die Oberfläche des Dotters zu bekleiden, so haben wir gerade hier, bei dem Umbiegen, die Stelle, an welcher sich in sehr wunderbarer Weise das Herz bildet.

Hier an dieser Stelle geschieht nämlich etwas, was bis dahin noch nicht der Fall gewesen ist. Die Keimscheibe besteht, wie wir wissen, eigentlich aus drei Häuten oder Blättern. Diese drei Blätter haben sich bis dahin nicht getrennt, sondern machen all' die Biegungen, Hebungen und Senkungen gemeinschaftlich. Erst an dieser Stelle, wo die Keimscheibe am untersten Rand der sogenannten Kopfkappe einbiegt, um den Dotter zu bekleiden, erst an dieser Stelle trennt sich das mittlere Blatt vom obersten um ein kleines Stückchen, und indem es auch umbiegt, um ebenfalls den Dotter zu umkleiden, entsteht zwischen dem obersten und dem untersten Blatt eine Art Sack, ein Raum, der berufen ist, das wichtigste Organ des Leibes, das Herz, in sich auszubilden.

Wie aber macht sich ein Herz?

Wahrlich, auch dies ist eine Frage, die zu beantworten nicht geringere Schwierigkeiten hat, als die Frage, wie sich Gedanken machen. Die vorzüglichsten Naturforscher sind für jetzt zufrieden, wenn sie nur erst die Entstehungsweise in den roheren Zügen kennen lernen. Nur so viel steht fest, daß der Bildung des Herzens schon manches vorangegangen ist, das die Grundlage dieser Bildung zu sein scheint, nämlich die Entstehung des Blutes und der

das Blut einschießenden Adern, welche eben alle insgesammt ihr Haupt-Büreau am Herzen haben.

Schon im Verlauf des ersten Tages hat sich nämlich am Rande des mittleren Keimblattes ein feines netzartiges Gewebe gebildet, das, wie sich später zeigt, aus hohlen Kanälchen besteht, in welchen sich Blutzellen befinden. Zuerst sind die Blutzellen ungefärbt, aber bald füllen sie sich auch mit gelblich-röthlicher Farbe und bilden die Blutkügelchen, die eigentlich dem Blute die rothe Farbe verleihen. Anfangs sind die Maschen des Gewebes nicht in einem sichtbaren, fortlaufenden Zusammenhang; aber bald bildet sich auch dieser aus, und es treten die Blutkanäle, die Adern, schon deutlicher hervor.

Dies Alles ist bereits am ersten Tage geschehen, noch bevor sich eine sichtbare Spur zur Bildung des Herzens gezeigt hat.

Aber in demselben mittleren Keimblatt, in welchem sich das Blut und dessen Kanäle, die Adern, gebildet, entsteht nun om zweiten Tage an der bezeichneten Stelle zuerst ein hohler Schlauch. Dieser Schlauch theilt sich an seinen beiden Enden in zwei Kanäle, die bereits mit vorgebildeten Kanälen in Verbindung treten; und indem die schon fertigen Blutkügelchen von der einen Seite in den Schlauch eintreten, ist der Schlanch das H e r z geworden, und unser Hühnchen ist nun glücklich am heutigen Tage ein Wesen von Kopf und Herz zugleich geworden. —

XVI. Das lebendige Drei-Blatt.

Wir haben die zwei ersten Tage aus dem Dasein eines Hühnchens mit einiger Weitläufigkeit begleitet; aber wir

können heilig versichern, daß wir dabei die Dinge gar nicht wenig über's Knie gebrochen und, im Grunde genommen, nicht den hundertsten Theil von all' den Merkwürdigkeiten berührt haben, die sich in diesen zwei Tagen ereignen.

Ein Hühnchen ist zwar, selbst wenn es fertig ist, nur ein Hühnchen, und bei mäßigem Appetit verzehrt man es, zumal wenn es gut gebraten ist, in einer Viertelstunde und wischt sich den Mund darauf und thut, als ob gar nichts vorgefallen wäre. Wer aber in einem Hühnchen ein Geschöpf sieht, das lebt und zum Leben nicht minder berechtigt ist als wir, und wer darin mehr erkennt als ein Ding, unseren Appetit zu stillen, und in der Entwickelung eines Hühnerlebens die Entwickelung des Lebens selber kennen lernen will, der wird uns verstehen, wenn wir sagen, daß ein ganzes studienreiches Menschenleben nicht ausreicht, um die vollständige Geschichte dieser zwei Tage in allen Einzelnheiten zu erforschen und darzustellen.

Im Grunde genommen wissen wir uns noch etwas zu Gute darauf, so schnell mit den ersten zwei Tagen dieses kleinen Hühner-Daseins fertig geworden zu sein; aber trotzdem müssen wir uns mit den folgenden Tagen seines Verweilens im Eier-Häuschen kürzer, viel kürzer fassen und aus ihnen nur das Merkwürdigste hervorheben.

Bevor wir indessen diese täglichen Bülletins über das Befinden und Gedeihen unseres Thierchens eröffnen, müssen wir hier einen Ueberblick versuchen über die sonderbare Art, wie solch ein Ding sich entwickelt, und durch eine allgemeine Betrachtung das darlegen, was die Forschung in neuerer Zeit Lichtvolles über diese räthselhafte Thatsache aufgefunden.

Aus drei übereinanderliegenden Häutchen, die alle zu-

sammen anfangs nur als ein kleines Fleckchen auf dem Dotter erscheinen, bildet sich ein ganzes vollständiges Geschöpf. Das Fleckchen ist zuerst nur ein unbedeutender Theil des Dotters, aber gerade die Häutchen oder Blättchen, welche den Flecken bilden, verstehen es, sich zur Hauptsache und den ganzen Dotter sammt dem Eiweiß zum Nebending, zur Speise für die Häute zu machen. Der Keimfleck frißt buchstäblich das ganze Ei auf und wächst und dehnt und faltet und gestaltet sich dafür so lange, bis er ein Hühnchen ist.

Es fragt sich nun freilich: was giebt diesen Häuten, diesen drei Blättchen, aus denen der Keimfleck besteht, die wunderbare Kraft, also zu thun?

Diese Frage ist vorläufig noch unbeantwortet. Die Wissenschaft auf dem jetzigen Standpunkte gesteht ein, daß sie nicht weiß, wie und wodurch diesen Blättern die unbekannte Kraft zukommt. Man weiß es nicht einmal, ob dies eine neue Kraft ist, die man Lebenskraft nennt, und welche von den physikalischen und chemischen Kräften, die wir theilweise kennen, verschieden ist, oder ob diese sogenannte Lebenskraft nur ein Zusammenwirken bereits bekannter sammt einigen unbekannten Kräften ist. Bis zu dieser Frage reicht die Naturwissenschaft noch nicht heran und wird voraussichtlich noch lange Zeit nicht mit Sicherheit dieses größte Räthsel lösen können. Dafür aber beschäftigt sie sich ernstlich mit der Erforschung der Vorstufen zu dieser Frage, und eine solche Vorstufe ist die gründliche Untersuchung, welche Rolle jedes der drei Blättchen in unserem Keimfleck spielt.

Hierüber haben die Untersuchungen Remak's Licht verbreitet und die Thatsache sicher gestellt, daß jedem der drei Blätter eine besondere Rolle zukommt.

Das oberste Blatt nennt Remak das „Hornblatt".

Dieses Blatt bildet schon anfangs einen der edelsten Theile des menschlichen Körpers, das Rückenmarkrohr, und später wird es auch thätig sein bei der Bildung des Auges, des Ohrs, des Geruchs- und Geschmackwerkzeuges; aber im Allgemeinen sind alle Gebilde der Außenseite des Körpers, die Oberhaut, die Haare, Nägel und Federn nur Umgestaltungen, welche das oberste Keimblatt erfährt. Das obere Keimblatt ist gewissermaßen das Entwickelungsblatt des Geschöpfes. Als solches ist es freilich nur die Grenze zwischen dem Geschöpf und der Welt außer demselben; aber gerade an dieser Grenze, wie z. B. an unserer ganzen Haut, sind die Gefühlsnerven verbreitet, welche dem lebenden Geschöpf Kunde von der Außenwelt geben. Insofern kann man von dem obersten Blatt der Keimscheibe sagen, es sei dazu bestimmt, das künftige lebende Geschöpf von der Außenwelt abzugrenzen und ihm durch die Sinneswerkzeuge, die es bilden hilft, die Eindrücke der Außenwelt zu v.rmitteln.

Das mittlere Keimblatt sahen wir schon bei der Bildung des Blutes und des Herzens thätig. Aus diesem Blatte aber entwickeln sich auch die Nerven, welche sowohl die willkürlichen wie die unwillkürlichen Bewegungen des Körpers vermitteln. Man kann daher das mittlere Keimblatt das „Bewegungs-Blatt" nennen, im Allgemeinen nennt man es das Blutblatt, weil die Bildung des Blutes und des Herzens die erste bedeutendste That dieses Blattes ist.

Das unterste Blatt endlich nennt R·mak das „Drüsen-Blatt", und weist nach, daß aus ihm sich vornehmlich die inneren Theile des Körpers bilden, deren Gefüge drüsenartig ist, wie z. B. die Leber, die Nieren. Im Ganzen liegt es in der Natur dieses Blattes, alle Organe des Körpers zu bilden, welche zur Aufnahme und

Verdauung der Speisen dienen, so daß man dieses Blatt das Nahrungsblatt nennen kann. —

So ist denn ein lebendiges Geschöpf, das fühlt, sieht, hört, schmeckt und riecht, ein lebendes Geschöpf, dessen Herz schlägt und dessen Glieder sich bewegen, ein lebendes Geschöpf, das Speise in sich aufnimmt, sich ernährt und Unbrauchbares wieder entfernt — eigentlich ein lebendig gewordenes Drei=Blatt, das im Ei gewachsen und ausgebildet worden ist. —

Solch ein Drei Blatt ist ein Hühnchen — und auch der Mensch ist leiblich nichts anderes, denn seine Entwickelungsgeschichte ist der des Hühnchens in den ersten Tagen zum Verwechseln gleich.

XVII. Wie viel das Hühnchen am dritten Tage zu thun hat.

Das Hühnchen schmeichelt sich zwar erst seit zwei Tagen seines Daseins; aber schon mit dem dritten bekommt es die Courage, sich in einem ganz bedeutenden Punkte selbstständig zu machen.

Bisher war es nicht viel mehr als ein Höcker oder Auswuchs auf dem Dotter; jetzt fängt es an, sich von demselben ernstlich abzuschnüren und betrachtet den Dotter als einen bloßen, großen Futtersack, den ihm das gute Schicksal an den offenen Leib geheftet hat.

Das Hühnchen fängt an sich zu fühlen, denn es lebt jetzt wirklich schon. Der Schlauch, den wir als Herz erkannt haben, zieht sich von Zeit zu Zeit zusammen und nimmt von der einen Seite aus den Kanälen, den Adern, das Blut in sich auf und treibt es von der andern Seite wieder hinaus. Bedenkt man, daß man dieses Schla=

gen des Herzens im aufgebrochenen Ei bemerkt, so läßt es sich denken, daß dies im geschlossenen, sich weiter entwickelnden Ei nur noch kräftiger vor sich geht.

Bisher hat das Hühnchen den Mund nicht aufgethan, denn es hatte keinen. Jetzt am dritten Tage öffnet es ihn auch nicht; aber es zeigt sich doch schon Anstalt, daß es einen Mund bekommen soll, wenn auch in höchst unerwarteter Weise. Es erweist sich nämlich in der Kopf-Höhlung, daß sich eine Art Narbe bildet, und zwar von innen nach außen. An dieser Stelle wird die Kopfwand immer dünner und dünner, bis sie endlich aufreißt und so eine Oeffnung entsteht, aus der sich ein Mund bildet.

Das Charakteristische des dritten Tages aber besteht darin, daß die Keimhaut an beiden Seiten des Hühnchens sich spaltet. Die unteren Theile derselben werden nun zwei Platten, die immer mehr und mehr zu dem offenen Bauche heranwachsen, um diesen zu verschließen, während die oberen Theile der gespaltenen Keimhaut sich wie ein Mantel um das ganze Geschöpf legen und es in eine Art Haut einhüllen, in welcher es noch lange Zeit liegen wird, bis es dieselbe zerreißt, um aus dem Ei-Gefängniß zu treten. —

Da es uns Menschen im Mutterleibe nicht besser geht und auch wir solch einen Hautmantel um uns haben, in welchem sich das sogenannte Kindeswasser befindet, innerhalb desselben wir schwimmen, so wird man sich leicht über das Schicksal des Hühnchens, das in seinem Gefängniß noch in einer besonderen Haut eingefaltet liegt, zu trösten wissen. Sicherlich haben schon viele unserer Leser gehört, daß es Kinder giebt, die in eine Haut gehüllt zur Welt gekommen sind, und da man diese Haut sogar eine „Glückshaut" nennt, so hat man vielleicht gar

Ursache, das Hühnchen glücklich zu preisen, daß es in derselben eingefaltet liegt.

Wie wir bereits gesagt haben, fängt mit dem dritten Tage das eigentliche Schließen der Bauch- und Brusthöhle an; nur bleibt selbst in den späteren Tagen noch ein beträchtliches Loch offen, welches die Nabelöffnung ist. Das Hühnchen fängt an, nur noch durch die Oeffnung und durch einen Schlauch, der daraus hervorgeht, mit dem Dotter zu verkehren, und nimmt auf diesem Wege seine Speise in höchst bequemer Weise zu sich, da es nicht zu beißen, zu schlucken und zu verdauen braucht, um die Speise in den Darm zu bringen, woselbst sie vorbereitet wird zur Blutflüssigkeit, sondern seine Nahrung schon vollkommen zubereitet aus dem Dotter zieht und diese als Blut zum Herzen sendet, das sich langsam auf das Pulsschlagen einübt.

Man glaube aber nicht, daß das Hühnchen, dem so zu sagen die gebratenen Tauben in den offenen Leib hineinfliegen, sich auf die faule Bank legt; es hat vielmehr viel, sehr viel zu thun und vollbringt auch sein Tagewerk ganz vortrefflich.

Vor Allem bilden sich in ihm die Blutgefäße aus. Desgleichen entsteht durch eigenthümliche Faltungen der Länge nach im ganzen inneren Raum des Thierchens die künftige Darmhöhle. Das Herz hat noch viel zu thun, sich zu senken, zu legen und zu schieben, so daß es von Stunde zu Stunde in anderer Lage erscheint, um endlich seiner späteren Stellung entsprechender zu werden. An einer Hauptader des Herzens erscheinen auch an diesem Tage zwei dünne Läppchen, in welchen sich feine Verästelungen zeigen. Diese Läppchen sind die künftige Leber und die feinen Aeste in derselben sind ein eigenthümliches Ader-System, das später eine wichtige Rolle im Leben

spielt, und dessen Erkranken die bekannte Gelbsucht zu Wege bringt. —

In der Brusthöhle bilden sich auch in der Mitte des dritten Tages kleine Anschwellungen aus, an welchen man feine Höckerchen bemerkt. Es ist dies die erste Anlage der Lungen, die auch schon die Anfänge der Luftröhre erkennen lassen. Ferner erhebt sich am hinteren Ende des Darmkanals ein Bläschen, das bald zum Harnsack wird, der noch eine sehr wichtige Rolle in der Geschichte des Ei-Bewohners spielen wird.

Zu diesen Veränderungen und Bildungen im Innern unseres Geschöpfes kommen noch die äußerlich kenntlichen, die darin bestehen, daß sich der Kopf, bis zum dritten Tage wie aus vier Blasen bestehend, jetzt mehr und mehr abflacht und als ein einziger Kopf erscheint, daß sich die Nerven für Auge, Ohr und Nase weiter entwickeln, und daß endlich an den Bauchplatten kleine Leistchen sich erheben, die sich später zu Füßen und Flügeln ausbilden werden. —

So bekommt denn das Geschöpf von Kopf und Herz auch schon Hand und Fuß.

XVIII. Drei neue Lebenstage.

Was mit unserem Geschöpfe am dritten Tage vorgeht, ist nur eine Vorbereitung für den vierten und fünften Tag, weshalb wir denn diesen Zeitraum zugleich vorführen wollen.

Vor Allem jedoch haben wir ein Kunststück eigener Art zu erzählen, was das Hühnchen bereits am dritten Tage gelernt hat.

Ohne Zweifel hat wohl jeder unserer Leser schon von

Kindesbewegungen im Mutterleibe gehört; und es ist auch wirklich so, daß die Geschöpfchen in ihren Isolir- und Zellen-Gefängnissen doch Lust zu Regung und Bewegung haben. Ein Unwohlsein der Mutter, der Genuß einer Speise, die dem Kinde nicht bekommt, veranlaßt dieses, das schwerlich weiß, wie ihm geschieht, mit Händen und Füßen dagegen zu protestiren, und es erfolgen heftige Kindesbewegungen, die oft schmerzhafter Natur sind.

Es giebt aber auch Bewegungen dieser armen Gefangenen, die nicht willkürlich und nicht von zufälligen Ursachen herrühren, sondern die für die Entwickelung der werdenden Wesen nothwendig sind. Es sind dies Wendungen oder Drehungen des ganzen Körpers, durch welche Zwecke eigener Art erreicht werden. Eine solche Drehung geht im Hühnchen schon am dritten Tage vor sich und hat zur Folge, daß das wichtigste Organ des Leibes, das Herz, die richtige Form erhält und auch an den richtigen Fleck zu sitzen kommt.

Es ist nämlich eine Eigenthümlichkeit der Schöpferkraft lebendiger Wesen, daß sie ihr Werk nach den Gesetzen eines gewissen Gleichgewichts anordnet. Alle Leibestheile, die wir zweifach haben, wie Hände, Füße, Augen, Ohren, Lungen, Brüste u. s. w., sind zu beiden Seiten des Leibes gleichmäßig gestellt; alle Leibestheile, von denen uns die Natur nur mit einem Exemplar beschenkt hat, bringt sie in der Mitte des Körpers an, wie Nase, Mund, Kinn, Nacken, Rückenwirbel u. s. w.

Da wir aber nur Ein Herz haben, und dies eine Herz uns oft schon genug zu schaffen macht, so sollte es eigentlich in der Mittellinie des Körpers seinen Sitz einnehmen; und wirklich ist dies auch in der Entstehung der Fall und würde wahrscheinlich auch so bleiben, wenn

nicht das neubeherzte Geschöpf durch Drehung und Wendung des ganzen Körpers die Lage des Herzens ändern und die erste Veranlassung zur veränderten Gestalt und Beschaffenheit des Herzens geben würde.

Eine solche Wendung macht nun auch das Hühnchen am dritten Tage, an dem Tage, wo es eigentlich anfängt selbstständig zu werden und das Ei, das früher die Hauptsache war, zu einem Werkzeug des Geschöpfes herabsinkt. Es ist also die Wendung oder Drehung die erste That des selbstständig gewordenen Wesens, und in Folge dieser ersten That wird es ein Wesen, das das Herz auf den rechten Fleck bekommt. Das Hühnchen dreht sich nämlich mit der Kopfseite so nach rechts hin, daß das Herz, welches unten in der Mittellinie liegt, nach links geschoben und dabei zugleich seine Schlauchform geändert, und zur weiteren Ausbildung in birnförmiger Gestalt vorbereitet wird.

Mit dem vierten und fünften Tag treten nun weitere Entwickelungen des ganzen Lebens ein, deren Betrachtung eine genaue Kenntniß aller einzelnen Theile derselben voraussetzt. Aeußerlich wahrnehmbar sind besonders folgende Veränderungen und Entwickelungen.

Von der Brust, dem untern Theil des Schwanzes und den beiden Seiten des Bauches her wachsen die Häute immer mehr zusammen und verengen den Eingang zur Bauchhöhle immer mehr, das heißt, es geht die oft erwähnte Abschnürung des Geschöpfes immer weiter vor sich. Zugleich wächst auch die Umhüllung desselben ihren Gang fort, so daß es am Ende des fünften Tages ganz in einer neuen Haut eingebettet liegt.

Es verlängern sich nun auch die Wirbel nach unten hin, so daß die Wirbelsäule weiter ausgebildet wird.

Ferner wächst der nach unten sich krümmende Hals derart, daß der Kopf immer tiefer nach unten taucht, und da auch die Schwanzseite sich abwärts dehnt, so ist die Lage des Thierchens so, daß seine äußersten Enden sich fast unter dem Leibe berühren. Von den Sinneswerkzeugen bildet sich das Auge am weitesten aus, und die Füße und Flügel durchlaufen eine Reihe von Veränderungen, daß man von ihnen sagen kann, sie sehen alle Tage anders aus.

Am dritten Tage waren sie nur als feine Leistchen auf den Bauchplatten sichtbar; am vierten Tage ragen sie wie Blättchen hervor, und am fünften Tage haben sich die Blättchen zu vier meißelartigen Ansätzen umgewandelt und sehen wie Stumpfe abgehackter Glieder aus.

Am Schluß dieses fünften Tages hat sich aber auch zugleich der Harnsack, welcher außerhalb des Körpers des Hühnchens liegt, ausgebildet, und zugleich ist die Umhüllung des Hühnchens so vollendet, daß es jetzt durch dieselbe vom übrigen Ei getrennt ist und seine besondere Behausung einnimmt, zum Zeichen, daß es jetzt nur noch durch den Nabel in Verbindung mit dem Dotter steht, durch welchen es seine Speise als selbstständiges Wesen bezieht.

Es hat auch das ganze Ei hiernach eine wesentliche Veränderung erlitten. Das Eiweiß hat sich vermindert und ist fester, der Dotter dagegen größer und sein Inhalt flüssiger geworden. Es ist offenbar, daß im Dotter etwas Aehnliches vorgeht, wie in unserem Magen und Darm, woselbst die Speise, die wir in den Mund stecken, vorbereitet wird, ernährendes Blut zu werden. Da das Hühnchen weder seinen Mund, der sich erst bildet, noch seinen Magen, noch seinen Darm hierzu gebraucht, so übernimmt der Dotter, der später ganz aufgegessen werden

soll, dieses durchaus nicht kleine Geschäft, sich selber zu einer das Hühnchen ernährenden Speise zu ve:arbeiten.

XIX. Wie das Hühnchen anfängt, Tauschgeschäfte zu machen.

Bis zum sechsten Tage beschäftigt sich unser Hühnchen nur mit inneren Angelegenheiten. Das Ei ist seine Welt und die ganze große weite Welt da draußen kümmert unser Geschöpf nicht weiter. Mit dem sechsten Tage aber fängt es an, sich auch um das Ausland zu kümmern und eröffnet ein Tauschgeschäft mit der Welt, das nicht mehr aufhört, als bis das letzte Stünilein geschlagen hat und der letzte Athemzug des Hühnchens verhaucht ist.

Und bei diesem merkwürdigen Tauschgeschäft, das im Ei von innen nach der Welt draußen hin vorgeht, dient eben der mehrfach erwähnte Harnsack als äußerst geschickter Kommissionär, der sich zur Vergrößerung seines Geschäfts ganz außerordentlich auszubreiten versteht.

Da hiermit eine ganz neue Lebensepoche des Hühnchens beginnt, so müssen wir die Sache ein wenig umfassender betrachten. Die ersten zwei Tage hat, wie wir wissen, das Hühnchen ein herzloses Dasein geführt. Ein Blutumlauf fand in dieser Zeit eben noch nicht statt. Dieser ernährende Lebenssaft hat mindestens in den ersten zwei Tagen noch keine bestimmten Wege und Bahnen und die Gestaltung und Entwickelung des Hühnchens scheint nur erhalten worden zu sein durch die Dotterspeise allein, die durch den Kanal, der in die Mitte des Dotters hinführt, ihm zugekommen ist.

Erst mit dem dritten Tage trat sowohl das bewegte Blut wie das Blut aufnehmende und weitertreibende

Herz auf. Aber dieses Blut, das jetzt zum Herzen hin und vom Herzen aus weiter strömt, hat, wie das auch fernerhin der Fall ist, einen Kreislauf und zwar einen Kreislauf durch den Körper des Hühnchens und einen Theil des auf dem Dotter verbreiteten mittleren Keimblattes, der der Dotterhof genannt wird. — Der Kreislauf des Blutes also war vom dritten bis zum sechsten Tage auf einen Theil der Keimhaut und den Körper des Hühnchens beschränkt und scheint mehr die Bildung neuen Blutes als die Verbesserung des verbrauchten Blutes bezweckt zu haben.

So hat denn das Hühnchen bis zum sechsten Tage zwei sehr wesentlich verschiedene Epochen seines Daseins erlebt. Die erste, wo es noch gar keinen Blut-Kreislauf gab, und die zweite, wo das Blut durch das Hühnchen und einen Theil der Keimscheibe, den Dotterhof, zirkulirte.

Mit dem sechsten Tage bildet sich ein neues Organ aus, das dem Kreislauf des Blutes eine ganz andere Richtung giebt, in Folge welcher auch der Kreislauf durch den Dotterhof nach und nach abstirbt. Und dieses Organ ist der Harnsack.

Wir haben es bereits erwähnt, daß dieser Sack eine Blase ist, welche vom Hintertheil des Hühnchens sich abhebt. Anfangs ist diese Blase sehr klein und bescheiden, kaum wie ein Nadelknopf groß. Mit dem dritten Tage fängt sie an zu wachsen und kann deutlicher in Augenschein genommen werden.

Da inzwischen sich auch der Bauch des Thierchens geschlossen hat und nur am Nabel ein Loch bleibt, durch welches das Rohr zum Dotterkanal geht, um dort neue Speise aufzunehmen, so ist auch hier die Stelle, wo der Harnsack an einem sich ausbildenden feinen Rohr hängt

und so an der Nabelöffnung sich ein zwiefacher Ausgang befindet.

Der Harnsack wächst nun ungemein stark und in seiner Haut zeigen sich feinere und stärkere Blutadern, in denen das Blut vom Körper aus hinströmt. Hier werden nun die Aederchen immer feiner, so daß sie ein außerordentlich zartes Netz bilden, das man Haargefäße oder Kapillargefäße nennt. Das Blut geht also durch diese feinen Kanälchen in die Haut des Harnsacks und kehrt sodann durch ein anderes Gezweige von Blutadern, die sich gleichfalls in der Haut des Harnsacks befinden, wieder zurück zum Nabel und in den Körper des Hühnchens. Es versteht sich von selbst, daß das Blut, das in den Harnsack einströmt, vom Herzen herkommt, und das rückströmende Blut zum Herzen hinströmt und daß die ganze Maschinerie eigentlich vom Zusammenziehen und Ausdehnen des Herzens oder von dem sogenannten Pulsschlag des Herzens herrührt.

Zu welchem Zweck aber macht das Blut solchen Spazierlauf?

Der Zweck ist einzig und allein derselbe, den wir beim Athmen haben, und das ist der, daß wir dem Blute unseres Leibes den Sauerstoff der Luft zuführen und die Kohle des verbrauchten Blutes aus dem Körper hinauswerfen.

So sonderbar es auch dem Uneingeweihten klingen mag, so wahr und unumstößlich ist es dennoch, daß jedes Tröpfchen Blut, das aus unserm Körper in das Herz zurückströmt, mit der Kohle geschwängert ist, die wir in den Speisen in uns aufgenommen haben. Das aus dem Körper zum Herzen strömende Blut ist kohlenhaltig und ist so sehr schädlich für unser Leben, daß wir eines schnellen Todes sterben, wenn wir es nicht verändern. Zu diesem

Zweck sendet das Herz das kohlenstoffhaltige, geschwärzte Blut durch eigene Adern in die Lungen. Hier athmen wir frische Luft ein, die Sauerstoff enthält und athmen Luft aus, wodurch eben der Kohlenstoff in Verbindung mit Sauerstoff aus dem Körper hinausgeworfen wird, und die Folge davon ist eine fortwährende Reinigung des Blutes, die unumgänglich zum Leben nöthig ist.

Ganz dasselbe geht im Ei in der Haut des Harnsacks vor sich, wie wir dies im nächsten Abschnitt sogleich sehen werden.

XX. Das Kommissionsgeschäft für ungeborne Wesen.

Der Harnsack des Hühnchens wächst nun vom sechsten Brüttage an immer bedeutender und dehnt sich, so weit nur ein Plätzchen da ist, bis an die Eischale aus. Da um diese Zeit das Eiweiß schon fast verschwunden und nur noch im spitzen Ende des Eies vorhanden ist, so legt sich die Haut des Harnsacks fast vollständig an die innere Kalkwand des Eies an und indem durch die Adern dieser Haut das Blut des Hühnchens hindurchströmt, tritt es der Luft draußen ziemlich nahe und ist von derselben nur durch die feine Haut der Adern, die Häute der Eischale und die Schale selbst getrennt.

Man sollte nun freilich glauben, daß es unmöglich sei, durch solche Hindernisse, wie eine Kalkschale und drei Eihäute sind, Luft schöpfen und ausathmen zu können; denn wenn auch die Eischale selbst voll kleiner feiner Löcherchen ist, so sind doch die Häute, welche die Luft vom Blut absperren, keineswegs durchlöchert und bilden einen

Verschluß, durch welchen man einen solchen Austausch von Stoffen nicht gut für möglich halten sollte.

Und doch ist dies der Fall. Das Ei athmet durch den Harnsack Kohlensäure aus und athmet Sauerstoff ein, so gut wie wir es mit den Lungen thun.

Es geschieht dies in einer von der Wissenschaft noch nicht völlig aufgeklärten Weise, in welcher durch alle Hautarten hindurch ein Austausch sowohl von Flüssigkeiten, wie von Luftarten stattfinden kann. Macht man mitten in einem Glas eine aufrechtstehende Wand aus Schweineblase und füllt die eine Hälfte des Glases mit Wasser, die andere mit Weingeist, so lehrt der Versuch, das in kurzer Zeit in der Seite, wo Weingeist ist, Wasser sich befindet, ja es dringt durch die Schweinsblase so viel Wasser hindurch, daß die Flüssigkeit auf der andern Seite steigt, während das Wasser abnimmt, selbst wenn beim Beginn des Versuches die Flüssigkeiten in beiden Seiten gleich hoch gestanden haben. — Ein ganz ähnliches Verhalten stellt sich bei einer Scheidewand aus Thierhaut heraus, die zwei verschiedene Luftarten von einander trennt, es zeigt sich, daß die Luftarten durch die Scheidewand von der einen zur anderen Seite hindurchgehen können.

Auch wir Menschen verrichten mit jedem Athemzug dasselbe Kunststück, denn wenn es auch ganz richtig ist, daß das Herz Blut nach der Lunge strömen läßt, und wir durch das Anfathmen dem Blute Luft zuführen, so darf man sich doch nicht vorstellen, als ob wirklich in der Lunge Blut und Luft sich berühren, vielmehr sind beide durch zwei feine Häutchen getrennt, da die ganze Lunge nichts weiter ist, als außerordentlich feine Aestchen von Blutadern, die nirgends eine Oeffnung haben; um diese Aestchen eben winden sich eine ganze Masse feiner Luft-

Kanälchen, und obwohl das Blut in solcher Weise durch die Wände der Adern und ebenso die Luft durch die Wände der Kanälchen abgeschlossen ist, genügt doch die innige Berührung dieser Scheidewände vollkommen, um aus dem Blut Kohlensäure austreten und Sauerstoff eintreten zu lassen.

Wir können daher im vollen Sinne des Wortes sagen, daß unser Hühnchen von dem sechsten Tage an eine ganz wunderliche Lunge bekommt, und diese Lunge ist eben der Harnsack, dessen Wand sich mit ihren feinen Blutadern an die Schale des Eies anlegt und hier durch diesen Kommissionär ein Tauschgeschäft vollzieht, wobei der Sauerstoff der Luft von draußen ins Bereich des Eies gebracht und von drinnen Kohlensäure nach außen abgeschieden wird.

Wenn bisher unser Hühnchen noch nicht den Namen eines Weltbürgers verdient, weil es im Ei eingeschlossen lag, weil es weder der Welt etwas abgab, noch von dieser etwas verlangte, als höchstens eine Portion Wärme, so kann man jetzt nach dem sechsten Tage sagen, daß unser armes Wesen von seinem Gefängniß aus mit der großen Welt in wechselseitigen Verkehr tritt: es athmet, es lebt, es ist ein Bürger dieser Welt, und obwohl es noch ganz gut verpackt liegt und noch viel zu thun hat, um das Licht des Tages zu erblicken, müssen wir doch gestehen, daß ihm schon jetzt unsere Gratulation zu einem neuen Dasein gebührt.

Wie aber, fragt vielleicht ein wißbegieriger Leser, mag es wohl uns weisen Menschen im Mutterleibe ergehen? Athmen wir dort auch und schafft uns die Natur eine ähnliche künstliche Lunge, die das Tauschgeschäft mit der Außenwelt vermittelt?

Wohl athmen wir im Mutterleibe; nicht mit dem

Munde, sondern auch durch den Nabel, wie das Hühnchen; aber wir haben einen bessern Kommissionär, oder richtiger, eine liebe Kommissionärin für dieses Tauschgeschäft, denn die Mutter athmet für uns mit.

Von ihrem Herzblut pulst ein Strom reinen Blutes nach dem sogenannten Mutterkuchen, nach der Nachgeburt; hier findet er einen Strom verbrauchten Blutes vor, der vom Kinde gleichfalls durch die Nabelschnur dahin pulst, und obwohl auch hier zwei feine Häutchen das Blut der Mutter von dem des Kindes trennen, findet doch ein Austausch statt. Das Blut der Mutter giebt dem des Kindes den Sauerstoff und nimmt dem des Kindes die Kohlensäure, und da athmen eben nichts ist als ein Tauschgeschäft von Kohlensäure gegen Sauerstoff, so kann man im vollen Sinne des Wortes sagen, daß wir auch im Mutterleibe athmen.

Es kommt oft vor, daß Kinder zur Welt kommen, ohne daß sie mit dem Munde athmen; so lange nur die Nabelschnur pulst, schadet es nichts; denn die Mutter athmet noch immer für dasselbe. In dem Augenblick aber, wo man das Kind zum Schreien bringt, es also selbst athmet, in demselben Augenblick hört die Nabelschnur auf zu pulsiren und die liebe Kommissionärin hört auf, das Tauschgeschäft für ihr Kind zu besorgen.

Ein Ei und eine Mutter betreiben also so zu sagen ein Kommissionsgeschäft für ungeborene Wesen!

XXI. Wie gescheidt das Hühnchen ist.

Von der Zeit ab, wo das Hühnchen durch das Athmen mit der Außenwelt in Verbindung tritt, ist die Geschichte seiner Entwickelung nur eine Geschichte der Ausbildung

seiner fast vollständig vorhandenen einzelnen Glieder und Körpertheile, und wir können, da wir nicht auf Einzelnheiten eingehen mögen, die ganze Reihe von Tagen bis zu seinem Auskriechen nunmehr zusammenfassen.

Zwar darf man sich nicht vorstellen, daß das Hühnchen am sechsten Tage auch dem Auge des Unkundigen als ein Geschöpf von unzweifelhaftem Charakter erscheint. Wenn man das Ding, wie es ist, abgelöst vom Dotter, vom Harnsack und von dem Hautmantel, in dem es gelegen, einem Unkundigen vorsetzt, so wird er es zwar als ein im Werden begriffenes lebendes Wesen anerkennen; aber es soll ihm schwer werden zu sagen, ob dies eine jugendliche Maus oder ein Fisch oder ein Vogel ist. Ja, selbst dem Kundigen, der leicht entdecken wird, daß dies ein Vogel sein muß, wird es schwer, zu bestimmen, ob er ein Hühnchen oder eine Taube oder einen Geier vor sich hat. — Gleichwohl ist von den Gliedern schon alles in der Anlage da, und unser Geschöpf bedarf jetzt nur der weiteren Ausbildung derselben.

Das Mutterhuhn, wenn es das Brütgeschäft selbst besorgt, weiß dies auch und selbst der Hahn, der Herr Papa, muß hiervon eine Ahnung haben.

Bis zum sechsten Tage nämlich verläßt das Mutterhuhn die Eier nur im äußersten Nothfall auf wenige Augenblicke und wenn der Herr Papa bei der Hand ist, setzt er sich wohl unterdessen, wenn auch nicht so manierlich, wie die getreue Gattin, über die Eier, um sie nicht kalt werden zu lassen. Vom sechsten Tage ab erlaubt sich das Huhn schon etwas mehr Freiheit, und der geliebte Gatte bequemt sich schon seltener dazu, Wartefrau zu spielen.

Als Grund dieser Thatsache nahm man sonst an, daß von dieser Zeit ab die Hühnchen schon stark genug sein

mögen, einen kleinen Schnupfen durch Erkältung zu ertragen; jetzt weiß man es besser. Das Huhn und auch der Hahn sind in ihrer Weise sehr gelehrte Chemiker, obgleich sie es schwerlich ahnen, wie gescheidt sie sind. Die Chemie und zwar die neuesten Forschungen des großen deutschen Chemikers Liebig haben es bewiesen, daß durch die Athmung von Sauerstoff die Körperwärme erzeugt wird. Wenn wir daher nur gut athmen können, können wir schon eine Portion Kälte vertragen, wohingegen Schwindsüchtige, die wenig Lunge haben, fortwährend, selbst im heißen Sommer, frösteln. Da nun von der Zeit ab, wo der Harnsack im Ei das Geschäft des Athmens übernimmt, eine Portion Wärme im Ei selbst erzeugt wird, ist eine kleine Pause der Brütung nicht von wesentlichem Nachtheil und hat wahrscheinlich nur zur Folge, daß die Athmung etwas schneller vor sich geht.

Man sieht, nicht nur die weisen Naturforscher unserer Zeit, sondern auch Hahn, Henne und Hühnchen sind von uralten Zei'en her ganz und gar Liebig's Ansicht!

Was nun eben das Hühnchen selbst betrifft, so beeilt es sich vom sechsten bis zum zehnten Tage, in allen seinen Theilen dereinst ein würdiges Mitglied der Vogel-Gesellschaft zu werden.

Zu diesem Zwecke reckt und dehnt sich sein Hals ganz besonders stark. Bisher war eigentlich ein Hals gar nicht vorhanden, denn der Kopf und der Rumpf waren, wie man zu sagen pflegt, wie aus Einem Guß; nunmehr erst wächst der Hals und zwar von der Rückseite aus am kräftigsten, so daß der Kopf sich noch weiter nach unten neigt. Indem aber der Körper des Hühnchens selbst wächst, kommt die Zeit schnell heran, wo es nicht mehr in seiner Querlage Platz hat und es dreht deshalb die Brust nach dem breiten Ende des Eies, so daß es jetzt

schon eher wie ein ordentliches Wesen der Länge nach in seinem Bette liegen will.

Allein an dem breiten Ende ist, wie wir wissen, der Luftraum und da der Kopf des Hühnchens Ursache hat, sich von hier nicht zu weit zu entfernen, ist es genöthigt, sowohl durch den wachsenden Hals, der den Kopf nach unten schiebt, wie durch die Drehung des ganzen Körpers ein eigenes Manöver zu machen oder mit sich machen zu lassen.

Dies besteht nun in seiner Vollendung darin, daß der Kopf sich unter den Flügel legt und nicht etwa mit dem Schnabel nach hinten, wie man sich's denken sollte, sondern umgekehrt, mit dem Schnabel nach vorn, wodurch derselbe, wenn es so weit ist, an den Rand des Luftraumes zu liegen kommt. Der Hals biegt sich hierbei wie ein lateinisches S erst nach der einen Seite rückwärts und dann am Kopf zurück und vorwärts: eine Lage, die den jungen Hühnern, selbst wenn sie zur Welt gekommen sind, ganz wohl zu thun scheint, wenigstens findet man, daß sie dieselbe zuweilen freiwillig annehmen, selbst wenn sie nichts in der Welt hindert, den Kopf stramm zu halten.

Wir sprechen hier freilich schon vom Flügel und Schnabel, obwohl es in dem Flügel noch nicht weit vorgeschritten ist und sich des Schnabels noch gar nicht rühmen kann; allein da es bisher so gescheidt war, zu seinen Gliedern zu kommen, dürfen wir sicher sein, daß es sich mit Flügel und Schnabel auch ganz gescheidt machen wird; denn Flügel und Schnabel sind eben die Erkennungszeichen des Vogels. — Daß dem so ist, wollen wir sofort sehen.

XXII. Bis zum Auskriechen.

Von den vielen Wundern der Entwickelung einzelner Glieder und Körpertheile am Hühnchen heben wir die Bildung des Mundes und des Schnabels, sowie die der Flügel besonders hervor, weil diese Theile in ihrer Form bekannt genug als die Kennzeichen des Vogelgeschlechts sind und deshalb die Beschreibung ihrer Entwickelung verständlicher wird, als die von vielen anderen.

Was den Mund des Thierchens betrifft, so entsteht er eigentlich recht spät. — Ursprünglich ist, wie wir wissen, Kopf-, Brust- und Bauchhöhle nur ein und dasselbe und wenn sich diese unten unverschlossene Höhle durch die Abschnürung zu schließen anfängt, scheint weder ein Platz für einen so langen Hals, noch gar für einen besonderen Mund da zu sein. Erst später, wo der Hals gewissermaßen wie aus dem Rumpf hervorwächst, sondert sich der Kopf vom Rumpf und man bekommt einen ungefähren Begriff davon, wo sich hier ein Mund bilden könnte.

Gleichwohl ist die Art und Weise, wie sich der Mund bildet, sehr überraschend.

Es zeigen sich nämlich so sonderbare Spaltungen und Hervorragungen unter der Stirn des Thierchens, daß man darauf schwören möchte, es wolle sich hier ein Fisch bilden, dessen Kiemen man vor sich sähe. Diese Kiemen, die man bereits am sechsten Tage deutlich sieht, geben sich erst am zehnten Tage etwa als das zu erkennen, was sie sein sollen und zwar sind sie die Theile des Ober- und Unterkiefers, die der Mund des Thieres werden.

Erst sehr spät spitzt sich dieser Mund und bekommt einen hornigen Ueberzug, den Schnabel, und da der Schnabel gerade das Charakteristische des Vogels ist, so kann man erst jetzt das Geschöpf als ein Wesen bezeichnen,

das zwar auf der Erde zu leben bestimmt ist, das aber die schöne Gabe besitzt, sich zuweilen schwebend über die Erde zu erheben.

Hierzu bedarf es freilich der Flügel, und an den Flügeln der Federn; die Bildung der Feder aber ist eben so eigenthümlich, daß der Unkundige bei dem Beginn dieser Bildung kaum die Entwickelung derselben ahnen möchte.

Anfangs lassen sich Flügel und Füße gar nicht unterscheiden. Sie sind vor dem sechsten Tage nur unansehnliche Leistchen, die sich wie ein Meißel ansehen. Ungefähr gleichzeitig mit der Ausbildung des Schnabels, der dem Thierchen den Charakter des Vogels verleiht, bilden sich auch die Flügel anders, als die Füße aus. Während die Füße ihre Einbiegung, also das Knie, nach vorn richten, richtet sich die Einbiegung des Flügels, also der Ellenbogen, nach hinten und die Lage ist etwa am zehnten Tage so, das Knie und Ellenbogen sich fast berühren. Während sich nun am Fuß die Zehen bilden, entsteht am Vorderarm des Thierchens eine Art verkümmerte Hand, die aber nur zwei Finger hat und zwar sehr lange Finger; denn diese Finger sind eben der Ansatz der Hauptschwungfedern, die dereinst das Geschöpf durch die Luft zu tragen bestimmt sind. So sonderbar dies denen klingen mag, die da meinen, daß nur wir Menschen und höchstens die Affen mit Händen gesegnet sind, so richtig ist es dennoch, wenn die Naturforscher in den Flügeln Arme, Hände und Finger wiederfinden, freilich all dies in einer Weise umgestaltet, wie es zum Nutzen des Geschöpfes und zum Zweck seiner Bestimmung eingerichtet sein muß.

Indem wir nunmehr mit dem nächsten Abschnitt die Bildung des Hühnchens so weit fortführen wollen, daß es

zum Auskriechen reif ist, wollen wir nur noch eines wesentlichen Theiles des Körpers erwähnen, der besonders in der letzten Zeit die völlige Ausbildung erhält; es ist dies solch ein Theil, der dem Hühnchen, während es im Ei wohnt, zu gar nichts nützt, den es aber sofort wird gebrauchen müssen, wenn es nur das Licht dieser Welt erblickt.

Zwar gehört der größte Theil dieser Glieder und Organe zu dieser Gattung. Das Hühnchen braucht im Ei weder Füße noch Flügel, weder Augen noch Ohren, weder Nase noch Zunge. Allein diese Körpertheile sind derart, daß sie während des Lebens in der Welt wenigstens auf kurze Zeit gemißt werden können; ja, während des Schlafes wirklich gemißt werden. Dahingegen giebt es Organe, die im Ei gar nichts zu thun haben; aber sofort nach dem Auszug aus dieser Behausung unausgesetzt durch das ganze Leben hindurch thätig sein müssen, ohne jemals ermüden zu dürfen. Das hauptsächlichste dieser Organe ist die Lunge.

Wie sich die Lunge als Höckerchen zu bilden anfängt, haben wir bereits in den ersten Tagen des Daseins unseres Geschöpfes betrachtet. Die weitere Bildung und die endliche Vollendung geht erst in der letzten Zeit der Brütung vor sich, und in dieser stellt sich die Lunge als ein feinverzweigtes Adersystem dar, um welches und durch welches hindurch sich ein ebenso feinverzweigtes System von Luftwegen schlängelt. Da das Thierchen im Ei nicht mit der Lunge athmet, tritt auch das Blut nicht aus dem Herzen in die Lunge, obwohl der Weg dahin durch eine große Ader führt. Die Lunge ist also im Ei zu nichts zu gebrauchen, außerhalb desselben aber, schon von der ersten Minute ab bis zum Ende des Daseins nicht einen Augenblick zu missen. — Da aber die Lunge das

Blut vom Herzen empfängt und wieder gereinigt zum Herzen zurücksendet, und dieser Lauf des Blutes im Ei-Leben nicht stattfindet, so läßt sich's denken, daß auch im Herzen im Augenblick des Eintritts eines Geschöpfes in die Welt eine wesentliche Veränderung vorgehen muß, und da wir eben dabei sind, unser lange gehegtes Hühnchen in die Welt hinaus zu begleiten, wollen wir zu seinem Abschied von dem Ei-Leben oder seinem Willkommen in dem Erdendasein noch einen Liebesblick auf sein Herz werfen, wie es sich in solchen feierlichen Augenblicken gebührt.

XXIII. Wie das Hühnchen sich reisefertig für das Leben macht.

Der Augenblick, in welchem wir Menschen geboren werden, ist von solcher plötzlichen Umwandlung unseres innersten Wesens begleitet, daß man sich nicht wundern darf, daß wir laut schreiend die Welt betreten. In dieser Beziehung hat es das Hühnchen schon besser, denn die Umwandlung geschieht nicht so plötzlich und macht auch deshalb nicht einen so kräftigen Eindruck auf den jungen Weltbürger, obgleich sie ihrer Natur nach ganz dieselbe ist.

So lange nämlich die Lungen vor der Geburt unbenutzt da liegen, so lange treibt das Herz kein Blut in dieselben ein. Es führt wohl eine große Ader vom Herzen zur Lunge und von der Lunge wieder zu einer anderen Abtheilung des Herzens; allein das Blut nimmt vor der Geburt nicht diesen Umweg, um von einem Theil des Herzens zum andern zu gelangen, sondern die Natur hat es ihm durch ein offenes Loch, das von dem einen

Theil des Herzens zum andern führt, bequemer gemacht und es gebraucht diese Bequemlichkeit ganz ungenirt. Mit der Geburt aber, wo es gilt, die Lunge des jungen Weltwesens in Thätigkeit zu setzen und durch dieselbe seinem Blute den Sauerstoff der Luft zuzuführen, da muß auch das Herz eine Umwandlung erfahren und diese besteht eben darin, daß es nicht mehr das Blut durch jenes Loch von einer Herz-Abtheilung zur anderen treibt, sondern dasselbe zwingt, durch die Adern zur Lunge und von dieser erst wieder zum Herzen zu strömen.

Das Geborenwerden ist daher ein Moment, der wirklich an's Herz geht, und dasselbe in sofern auch umwandelt, als jenes Loch von einer Abtheilung des Herzens zur andern sich zu verschließen anfängt, und zwar durch eine bereits vorräthige Haut-Klappe, die sich vor das Loch legt und später die Verwachsung desselben veranlaßt. In seltenen Fällen kommt es bei Menschen vor, daß diese Verwachsung nicht vollständig ist, und dies bringt es zu wege, daß kohlenstoffhaltiges Blut in den Körper tritt und die glücklicherweise seltene „Blausucht“ verursacht, gegen die kein Kraut gewachsen ist.

Man wird gestehen, daß diese innere Umwandlung des Menschen bei der Geburt höchst bedeutsam ist und daß sein Aufschreien an sich gerechtfertigt, auch wenn es nicht außerordentlich wohlthätig wäre, da durch dasselbe so eigentlich der Athmungsprozeß eingeleitet und das Welt-Leben erst begonnen wird.

Dem Hühnchen indessen ist mehr Zeit gelassen, diese Umwandlung durchzumachen und die letzten Tage seines Ei-Lebens leiten dieselbe sehr regelmäßig ein.

Wir zweibeinigen Geschöpfe ohne Federn, wie ein griechischer Philosoph uns Menschen nannte, werden sehr gewaltsam und unhöflich aus der Wohnung im Mutter-

schooße exmittirt; mit dem Hühnchen geht es weit glimpflicher zu, denn schon vom achtzehnten Tage an geschehen die Wunder der Vorbereitung für dieses Leben.

Fassen wir die Gesammterscheinungen dieser letzten Tage des Ei-Lebens zusammen, so finden wir, daß Dotter und Eiweiß fast ganz geschwunden sind. Der Dottersack, der am Nabel hängt, hat nur noch wenig Flüssigkeit in sich und schlüpft endlich vor dem Auskriechen aus dem Ei ganz und gar in den Leib des Hühnchens hinein.

Hierdurch erst erhält der Leib des Hühnchens die Gestalt, in welcher sein Schwanz aufgerichtet ist. Der Harnsack, der das Athmungsgeschäft versehen hatte, thut dies auch in den letzten Tagen; aber er dorrt doch nach und nach zusammen und klebt dabei an die Eischale an, sobald das Hühnchen anfängt, durch die Lungen zu athmen, was oft schon am zwanzigsten Tage der Fall ist; wobei die Luft im Luftraum den Stoff für die ersten Athemzüge unseres Geschöpfes darbietet. Hat aber einmal die Athmung begonnen, so wird sie fortgesetzt und in demselben Maße stirbt der Kreislauf des Blutes durch den Harnsack ab und dieser dient nur noch dazu, mit seinen feinen und groben Ader-Geweben eine zierliche Tapete an den Wänden des Eies zu bilden, so daß die Wohnung des Hühnchens beim Ausziehen desselben schöner ist als bei dessen Einzug.

Dem Hühnchen scheint daher die alte Wohnung gar nicht so unbehaglich und es übereilt sich keineswegs bei der Räumung derselben. Seine Ziehzeit beträgt, wie die der großen Herrschaften, zwei Tage und es hat den Vorzug vor dem Menschen, sich im vollen Sinne des Wortes die Welt erst ansehen zu können, bevor es in dieselbe seinen Einzug hält.

Zu diesem Zwecke pickt der Schnabel am Luftraum

und durchbricht denselben; sodann macht es sich an die Eischale und hämmert so lange daran, bis ein Riß da ist oder ein Stückchen abspringt. Die eindringende Luft wird nun kräftiger geathmet; allein die eingeengte Lunge gestattet keine recht tiefe Athmung und veranlaßt das Hühnchen, sein Gefängniß weiter auszubrechen. Nach und nach vergrößert es daher das Loch in der Schale, bis es den Kopf herausstecken kann. Jetzt erst schöpft es frei voll Athem, und so wie dies der Fall ist, stirbt der Harnsack ganz und gar ab; auch die Stelle, wo er am Nabel angewachsen ist, verdorrt und reißt ab, sobald das Hühnchen sich bewegt und somit ist das Geschöpf frei und es steht ihm nichts im Wege, aus dem Gefängniß zu kommen, als die nur noch sehr schwache Eischale.

Das Hühnchen beeilt sich aber keineswegs hiermit. Es liegt vielmehr oft stundenlang mit dem Kopf zum Fenster heraus und drückt nur von Zeit zu Zeit gegen die Eischale, um sie ganz zu sprengen. Ist dies aber erfolgt, so versteht es schon die eben noch sehr zusammengepreßten Beinchen zu regen und thut ganz meisterlich seinen Schritt in das Dasein, das Menschenkind beschämend, das unfreiwillig und unbeholfen in die Welt hinausgestoßen wird und diese nur durch sein unmelodisches Geschrei begrüßt.

XXIV. Ein gedankenschwerer Abschied vom Hühnchen!

So thut denn das Hühnchen einen Schritt in's Leben hinaus und läßt die Schale zurück, nur noch mit wenig Flüssigkeit, die es selbst ausgeschieden. So tritt es hin-

aus, ein Wesen, das man in Wahrheit nur ein lebendig gewordenes Ei, oder richtiger noch ein lebendig gewordenes Keimfleckchen nennen kann, welches, früher ein Theil des Eies, jetzt das Ei in höchst wunderbarer Weise aufgegessen hat.

Die Stoffe des Eies sind noch vorhanden; aber in verwandelter Gestalt und in ganz verändertem Zustande. Vom Ei ging nichts verloren und von der Wärme noch weniger. Denn die dreißig Grad Wärme, die man einundzwanzig Tage lang ihm gegeben hat, besitzt das Hühnchen nicht nur bei seiner Geburt, sondern wird dieselbe auch für die ganze Dauer seines Lebens fort und fort besitzen und wenn es ein Huhn wird, wird es diese Wärme reichlich anderen Eiern mittheilen, um gleiche Wesen aus dem Nichts in das Dasein hervorzurufen.

Wer vermag das tiefe Räthsel zu lösen, das solch ein Wesen dem forschenden Geist der Menschen stellt?

Die Wissenschaft auf ihrem jetzigen Standpunkt vermißt sich noch nicht, an die Auflösung dieses Räthsels zu gehen. Sie hat genug mit der Aufgabe, genau zu erforschen, wie all dies gekommen. Wieso, warum, wodurch all dies so gekommen? das wagt sie noch nicht zu beantworten; denn das Räthsel des Lebens liegt noch verschlossen vor dem Menschengeiste. Er hat mit all seinem Forscherdrang noch nicht vermocht, die Brücke auszuspähen, welche den Keim zum Leben führt, und er steht stumm und staunend an dieser erhabenen Grenze, das Wunder schauend, aber nicht fassend.

Das Wunder, das sich vor unsern Augen entfaltet, ist so überaus gewaltig und großartig, daß wir vorerst genug zu thun haben, wenn wir seine Größe ganz erfassen wollen. Das Wunder zu erklären, wird erst

eine Aufgabe einer viel weiter in der Forschung vorgedrungenen Menschheit sein, die einst das Recht haben wird, stolz auf uns und auf all das, was wir „Wissen" nennen, herabzublicken.

Es ist wahr: unser Wissen ist ein Stückwerk und winzig; unsere großsprechende Weisheit verschwindet vor dem stummen Walten in der Natur, das vor unseren Augen wirkend und schaffend thätig ist und zur Beschämung unserer Weisheit nach einem weisen, zweckentsprechenden Plane thätig ist, der genau berechnet ist, so genau, daß wir nur Schauer der Verwunderung empfinden, wenn wir dem Plane nachzurechnen versuchen.

Das Hühnchen ist in dem Ei entstanden, in einem Raume, der rings abgeschlossen war von der ganzen Welt, und dennoch hat sich dies Wesen darin gebildet, dessen ganzes Dasein für diese ihm bis dahin völlig fremde Welt eingerichtet ist!

Im Ei, wohin das Licht nicht gedrungen ist, hat sich ein Auge ausgebildet, genau so geschaffen, wie es das Licht der Sonne erfordert, welche zwanzig Millionen Meilen weit entfernt ist. Man kann ein Ei in völliger Finsterniß ausbrüten lassen und doch wird das Hühnchen Augen haben. Würde es auch Augen haben, wenn die Sonne nicht vorhanden wäre? — Schwerlich würde dies der Fall sein! Wer aber vermag uns zu sagen, welch ein naturgemäßes Band vorhanden ist zwischen dem Auge eines Hühnchens, das sich in vollkommenster Finsterniß bildet, und der unendlich entfernten Sonne, die den Weltraum erleuchtet?!

Im Ei, in einem verschlossenen Raume, in welchem die Luft nur äußerst spärlich Eingang findet, bildet sich

ein Vogel aus, der ganz und gar geschaffen ist, sich in den Luftraum über uns schwebend zu erheben. Die Weisheit der Weisesten würde in solchem Raume abgeschlossen nicht zu ahnen vermögen, daß eine Erde vorhanden, daß diese Erde von einem Luftmeer umgeben ist und daß es Werkzeuge geben könne, durch welche man sich aufzuschwingen vermag, um in diesem Meere zu schweben. Und doch hat das Hühnchen, im Ei verschlossen, Flügel erhalten, ganz zweckentsprechend für einen Flug in der Luft. Sein Rücken ist fester gefugt, als der nicht fliegenden Wesen, damit er stark genug sei, mit den Flügeln, die an ihm haften, den Leib zu tragen. Die Knochen des Hühnchens sind hohl, damit es leicht sei für den Aufschwung über das feste Erdenrund! Seine Flügel sind befiedert zum leichten, wirksamen Flügelschlage. Seine ganze Gestalt ist so gebaut, daß sie leicht die Luft durchschneidet, und seine Lunge ist kräftig ausgebildet, damit sie nicht ermattet in der anstrengenden Thätigkeit des Fluges.

Und wollten wir jedes einzelne Glied dieses Wesens betrachten, wir würden nicht Raum genug finden, die Planmäßigkeit seines Baues und die äußerst genaue Berechnung zu bewundern, mit welcher ein Geschöpf, das in einem Raum gebildet, der von der Erde abgeschlossen ist, ausgestattet wurde, um ganz und gar für das Dasein auf der Erde zu passen!

Es ist also nicht das Räthsel des Lebens allein, das uns hier entgegentritt, sondern es ist der wohlberechnete Plan desselben, der dieses Wesen, noch bevor es wird, genau so gestaltet und einrichtet, wie es sein Dasein in der Außenwelt nothwendig macht!

Mit stummem Staunen erfüllt uns daher ein ernster Blick in die Bildungsstätte dieses lebenden Wesens, und

haben wir versucht, mit Heiterkeit und Leichtigkeit einen Ueberblick der Entwickelung des Eies zu geben, so wollen wir es nicht leugnen, daß wir nunmehr vor dem lebenden Hühnchen mit schauernder Bewunderung stehen und von dem Thema gedankenschweren Abschied nehmen — gedankenschwerer, als wir es begonnen haben!

Etwas vom Erdleben.

I. Das Leben der sogenannten „todten Natur.“

Indem wir vom „Erdleben“ sprechen, meinen wir damit nicht das Leben der Geschöpfe, die auf dem Erdenrund sich bewegen; wir meinen vielmehr das Leben der Erde selber. Denn das, was man die „todte Natur“ zu nennen pflegt, ist nach der Erkenntniß der neuern Zeit keineswegs wirklich todt, sondern lebt ein eigenthümliches Leben, entwickelt sich, verändert sich, nimmt fort und fort andere Gestaltung an und steht mit dem Gesammtleben der Natur in innigstem Einklang.

Wäre die Erde todt, so würde es kein Leben auf ihr geben; lebte die Erde nicht, so wäre sie auch unbelebt. Sie würde weder Pflanzen noch Thiere noch Menschen erzeugen, erhalten und wieder in ihren Schooß aufnehmen können. — Freilich ist das Leben der sogenannten „todten Natur“ ein anderes, als das, welches man gewöhnlich mit Leben bezeichnet, und wir kennen dieses Leben der Erde noch so wenig, und haben bisher nur so kleine Bruchstücke desselben erfassen gelernt, daß die Wissenschaft auf dem jetzigen Standpunkt in nur bescheidenem

Maße Antwort zu geben weiß auf die Fragen, die die Wißbegierde der Menschen an sie stellt.

Die Erdoberfläche, auf der wir leben, war nicht immer so beschaffen, wie sie jetzt ist. Die Luft, die die Erde umgiebt, war ehedem eine andere als die jetzige. Die Pflanzen anders als die, die jetzt unter uns gedeihen. Die Thierwelt war eine von der unsrigen verschiedene, und der Mensch? — — es war ehedem eine Zeit, wo er noch gar nicht auf der Erde existirte, und sicherlich war das Menschengeschlecht, als es auftrat, ein anderes als das jetzige.

Ist dem aber so — und hierüber herrscht in der Wissenschaft nicht mehr der geringste Zweifel — dann darf man nicht glauben, daß die Erde fortan und in aller Ewigkeit so bleiben wird, wie sie ist; daß Luft und Wasser und Wärme und Thiere und Menschen in Form und Wesen unabänderlich für alle Ewigkeit so fortbestehen werden, sondern wir haben das Recht, darauf zu schließen, daß die Veränderungen, die sich nach bestimmten Gesetzen bisher entwickelt haben, noch ferner einwirken und Umgestaltungen hervorrufen werden, die wir jetzt kaum zu ahnen vermögen.

War die Erde einmal anders und ist sie bis jetzt anders geworden, weshalb sollte man annehmen, daß sie nicht noch ferner sich umgestalten wird? Und findet eine solche Umgestaltung statt, und nach bestimmten Gesetzen statt, so darf man sich nicht mehr sträuben, diese Umwandlung mit dem Namen eines Lebens zu bezeichnen.

Große Gebiete der Erde, die ehedem vom Wasser bedeckt waren, liegen jetzt als trockener Boden vor uns. Ja, hohe Gebirge, die gegenwärtig von Wolken umhüllt emporragen, tragen die unverkennbarsten Spuren, daß sie ehedem auf dem Boden des Meeres gelegen haben. Sand-

steinblöcke, die ganze Gebirgsketten ausmachen, auf denen jetzt riesige Bäume wurzeln, die Vögel des Himmels wohnen und die neugierigen Menschen herumwandeln, um von der Höhe hinabzublicken in die sonnige Ebene des flachen Landes, — diese Sandsteinblöcke waren ehedem lockerer loser Sand auf dem Grunde eines Meeres, welcher Muscheln der Schalthiere in sich aufgenommen, in welchem Knochen von Fischen liegen geblieben sind. Und dieser lockere lose Sand, in dem sich unzählige Reste eines ehemaligen Lebens erhalten haben, ist erst nach vielen Millionen von Jahren auf dem Boden des Meeres zu Stein geworden, und wurde dann durch eine innere Kraft der Erde emporgerichtet als Felsgebirge, die der Mensch wie ein Gebirge der Urwelt anstaunt und als ein Bild unveränderlicher Ewigkeit betrachtet.

Und Gebiete, die heute unter dem Meeresspiegel liegen, sie haben ebenso unzweifelhaft einmal dem Licht und der Luft angehört und waren der feste Boden für die vorweltliche Thier- und Pflanzenwelt, die die Reste ihres Daseins darin zurückgelassen. Das Meer hat das jetzt begraben, was die Erde einst in ihren Schooß aufgenommen. Denn das Meer, das uns wie ein Bild der Unendlichkeit erscheint, hat sich verändert.

Sind aber die Berge nicht ewig, und ist das Meer nicht unendlich vor dem Forscherblick der Wissenschaft, so ist in ihrer Veränderung ein inneres Leben thätig — und darum wollen wir das Kapitel vom Erdleben beginnen mit der Thätigkeit der Erde in Bildung der Gebirge und der Meere.

II. Wie entstehen die Berge und die Meere?

Die Berge sind nicht ewig und die Meere sind nicht unendlich. Die Berge sind erst groß geworden und werden noch immer größer, und die Meere sind in ihrem Sein und Wesen der ewigen Umwandlung ausgesetzt. Es fehlte nur bisher der beobachtenden Menschheit der Blick für die Geschichte dieser Umwandlungen und die Wissenschaft hat unendliche Mühe, der Natur in ihren kleinen Wirkungen und großen Folgen mit sicherem Blicke nachzuspüren, um das Leben der Erde darin erkennen zu lassen.

Wie aber sind die Berge entstanden? Wie sind die Meere geworden? Wie entstehen die Berge noch immer und verändern sich noch immer die Meere?

Die Berge sind entstanden und entstehen noch immer durch das Feuer, das im Innern der Erde eingeschlossen ist und das zuweilen durch Vulkane, die man im gewöhnlichen Leben feuerspeiende Berge nennt, zum Ausbruch kommt. Die Meere werden gebildet von Wasser, das auf der Oberfläche der Erde ist, aber sie werden auch verändert durch dasselbe Wasser und seine Wirkungen, das seine Ufer und seine Tiefen unausgesetzt umspült und unterwühlt.

Wir werden von der Bildung der Berge und der Meer noch ein Näheres unsern Lesern darzulegen suchen. Für jetzt jedoch wollen wir den Kampf schildern, der zwischen den Bergen und den Meeren geführt wird; ein Kampf, bei welchem die Quellen, die Flüsse und Ströme einerseits und andererseits die Luft, die Alles umschließt, ihre große unendliche Rolle spielen.

Von den Bergen, die von einer gewaltigen Kraft des Innern der Erde emporgetrieben worden, daß sie sich

hoch aufrichten über das allgemeine Erdenrund, von diesen Bergen wäscht der Regen unausgesetzt kleine Theile ab. Selbst die härtesten Steine verwittern an ihrer Oberfläche durch die Luft und die Feuchtigkeit derselben. Die Oberfläche aller Steine sieht fast immer anders aus, als ihr Inneres, denn diese Oberfläche ist immer im Verwittern, im Zerkrümeln begriffen. Felsen, die bis in die Wolken hineinragen, sind bestimmt, nach Millionen von Jahren dem Erdboden gleich gemacht zu werden. Die Wolken, die sie umhüllen, sind die Zeugen ihrer fortwährenden langsam vor sich gehenden Zerstörung. Was in stiller feuchter Luft von den Felsen verwittert, führt der trockene Wind als feinen Staub davon und wäscht der Regen herunter, um es am Fuße der Gebirge abzulagern. Daher ist am Fuße der meisten Gebirge ein reiches Fruchtland verbreitet, denn aus den verwitterten Gesteinen wird eine fruchtreiche Erddecke. Die dürren Felsen, die ein Bild des starren Todes sind, werden nach ihrer Verwitterung gesegnet und bilden einen üppigen Grund, auf dem ein Pflanzen-Paradies gedeiht.

Sammelt sich aber der Regen auf den Höhen der Berge, in kleinen Vertiefungen, die ihm den Ablauf zur Erde versperren, so sucht das ruhelose Wasser seinen Weg durch alle Spalten des Felsens, durch alle Lücken der Gesteine und sickert hindurch durch Sand- und Erdlagen und bricht dann an einer tiefer liegenden, oft sehr fernen Stelle als schwacher Berg-Quell heraus an das Licht des Tages, um das Gestein unter ihm zu überrieseln, durch Rinnen und Hohlgänge und ausgespülte Dämme bald zu stürzen, bald zu fließen, bald sich hindurch zu winden, bis er Genossen findet, die gleichen Weges mit ihm ziehen und sich zu einem größern Quell vereinen, der einem Bache zueilt.

Wo eilt der Bach hin? Der Bach schlängelt sich so lange durch's Land, bis er einen Strom findet, der das Wasser verschiedener Bäche in sich aufgenommen hat, und der Strom eilt dem Meere zu, um in dessen unendlichem Becken sich zu verlieren und das ewig volle und dennoch ewig dürstende Meer mit seinen Gewässern speisen zu helfen.

Aber jeder Regen und jeder Quell und jeder Bach und jeder Strom und jeder Fluß führt kleine aufgelöste oder losgelöste Theilchen der festen Gebirge mit sich hinab zum Meere. Was auf dem weiten Wege zu beiden Seiten der Ufer oder in der Tiefe abgelagert wird, reißt das nächste Wasser bei vollerem Strom wieder weiter fort, und so fließt und strömt und stürzt und wirbelt fort und fort das im Vergehen begriffene Gebirge ins Meer hinab, und so sind die himmelanstegenden Felsen bestimmt, vernichtet und vom Meer verschlungen zu werden.

III. Die Wirkung entgegengesetzter Kräfte auf die Erde.

Die Berge also zerfallen und fließen mit den Gewässern in kleinen losgelösten Theilen ins Meer.

Das Meer aber sammelt in seinen tiefen Abgründen alle jene kleinen Gesteintheilchen wieder. Sie fallen zu Boden, wenn es auch Jahre lang dauern mag, bevor ein Körnchen hinabgelangt in den tiefen Abgrund. Ist es jedoch hinabgelangt in die Tiefe, die der Mensch in seinem Scharfblick noch nicht erforscht hat, so findet es daselbst die Genossen, die vor ihm seit Millionen Jahren sich hingelagert haben und durch den Druck der eigenen Schwere und durch die Last des über ihnen liegenden

Wassers sich versteinern und so fest an einander gepreßt werden, daß sie wiederum bilden, was sie ehedem gewesen, daß sie wiederum in der Tiefe Felsen werden, wie sie es ehedem waren, als sie hoch in die Luft emporragten.

Verschlingt das Meer demnach die Felsen, so verdrängen fort und fort die kleinen Theilchen wiederum das Meer und füllen seinen Boden aus. Das Meer muß daher in seinen Ufern steigen und fortwährend in der Weite zunehmen. Und da dies immer der Fall und ewig der Fall sein wird, so müßten die Berge verschwinden, die Meere sich erheben und die Länder bedecken, die jetzt über dem Spiegel der Gewässer hervorragen. Der trockene Boden müßte hinabsinken und endlich eine gleichmäßige Kugel bilden, auf der Wasser allein die Oberfläche bildet.

Dieser Zerstörung des Erdbodens durch das Wasser wirkt jedoch eine Kraft entgegen, die im Innern der Erde thätig ist, und dies ist die Kraft, die neue Berge emporrichtet und den flachen Boden des Meeres über die Oberfläche desselben erhebt und an andern Stellen neue Tiefen bildet, in die das Meer sich hinabsenkt und die Grenze setzt, „daß die Wasser nicht wiederkehren, die Erde zu bedecken.“

Die Kraft im Innern der Erde ist die Kraft, welche zuweilen gewaltsam hervorbricht und in Vulkanen, in feuerspeienden Bergen, plötzlich zum Ausbruch kommt. Die Thätigkeit der Vulkane ist nur ein gewaltiges Zeugniß, daß die schaffende Kraft im Innern der Erde nicht erloschen ist und auch nicht ruht. Wenn die Vulkane so plötzliche, erschreckende, erhabene und oft Verderben bringende Beweise des Erdlebens geben, so sind sie nur die Folge von langer Unterdrückung der innern Kraft der Erde und kommen nur dort zum plötzlichen Vorschein, wo

der langsam und regelmäßig wirkenden Kraft ein gewaltiger Widerstand sich entgegen gestellt hat.

Durch die vulkanische Thätigkeit werden heißflüssige Gesteine aus dem Innern der Erde emporgeschleudert auf die Oberfläche der Erde. Die feurige fließende Masse, diese geschmolzenen Felsen aus dem Innern der Erde ergießen sich oft aus feuerspeienden Bergen wie Ströme geschmolzenen Metalles und fließen hernieder in die Thäler und erstarren daselbst zu Gesteinen, die man Lava nennt, um hier zu erkalten und zu verwittern und zu zerfallen und neuen Boden zu gründen, worauf ein üppiges Gedeihen von Pflanzen, Thieren und Menschen sich entfalten kann.

Aber dies sind nur die Ausnahmen, die nur selten stattfinden; es sind nur die Gewaltthaten der innern Kraft des Erdlebens. In stillerer Wirksamkeit jedoch ist diese Kraft ununterbrochen thätig, und unbemerkbar für das Menschenauge und das Gedächtniß eines Menschengeschlechts richtet diese Kraft neue Berge auf, schafft diese Kraft neue Inseln; erhebt diese Kraft große Landstriche, die oft Hunderte von Quadratmeilen umfassen, und schafft so neue Unebenheiten auf dem Erdenrund, um der Thätigkeit der Gewässer, die Alles auszugleichen streben, entgegen zu wirken.

Und dies ist der Kampf, den wir für jetzt vorführen wollten: der Kampf, der Millionen Jahre währt und währen wird, der Kampf des Innern der Erde mit der Oberfläche, der Kampf, in welchem Theile aus dem Innern der Erde an die Oberfläche steigen, und die auf der Oberfläche waren, hinabsinken zur Tiefe. Ein Kampf, in welchem die Erde ihre Gestalt wie ein Gewand wechselt, ein Kampf, der vom Erdenleben Zeugniß giebt, wenn auch das Menschenleben viel zu kurz ist, um nur den

allerkleinsten Theil des Erdenlebens mit eignem Blicke zu überschauen.

Und einen kleinen Abriß von dem, was der Forschergeist der Menschen hier erkannt, wollen wir eben, so gut es uns möglich, unsern Lesern vorführen.

Daß eine Kraft des Feuers im Innern der Erde noch immer thätig ist, daß die Wirksamkeit dieser Kraft gerade die entgegengesetzte ist als die des Wassers auf der Oberfläche der Erde, daß das Feuer im Innern der Erde die Berge emporrichtet und daß das Wasser auf der Oberfläche der Erde die Berge langsam wieder vernichtet, das Alles ist eine vollkommen sichere Thatsache und entspricht auch der natürlichen Vorstellung von einem Gleichgewicht in den Kräften der Natur, wo die eine eben die Aufgabe hat, die Wirkung der andern aufzuheben und auszugleichen, und dadurch eine ewige Veränderung und doch eine ewige Beständigkeit hervorzurufen.

Man sollte nun aber glauben, daß dieser Zustand, weil er eben als naturgemäß erscheint, von Ewigkeit her so gewesen sein müsse. Allein dies ist nicht der Fall.

Es muß eine Zeit vor vielen vielen Millionen Jahren gegeben haben, wo das Wasser auf der Oberfläche der Erde noch nicht existirte, wo die Erde selber eine große feurige und flüssige Kugel gewesen ist, die sich erst nach und nach abgekühlt und die dadurch erst nach langen Entwickelungen eine harte Oberfläche erhalten hat, welche jetzt unser Wohnort ist.

Wenn dies der Fall ist — und es sprechen außerordentlich viele Beobachtungen dafür, — so ist mit der Erde eine Veränderung vor sich gegangen, die ihren ganzen Zustand anders gemacht hat als er ursprünglich war, und man hat dann Grund, anzunehmen, daß die Erde sich noch immer weiter verändern und einmal einen Zu-

stand annehmen wird, der all' dem, was jetzt auf der Oberfläche der Erde lebt, sowohl von Pflanzen, Thieren und Menschen ein Ende machen und eine ganz neue Schöpfung und neue Geschöpfe hervorrufen werde!

Und hier eben ist das Gebiet, wo nicht mehr die Forschung der strengen Wissenschaft, sondern nur die Vermuthung uns leiten kann und wo der Phantasie ein außerordentlich freier Spielraum gegönnt ist, sich zu verlieren in weit hinter uns liegende vorweltliche Bilder und weit hinauszugreifen in Vorstellungen über eine in grauester Ferne der Zukunft liegende Zeit.

So interessant diese Phantasieen sein mögen, so wenig wollen wir ihnen doch in diesen Arkikeln folgen, die der unterhaltenden Belehrung, aber nicht der bloßen phantastischen Unterhaltung gewidmet sind. Wir wollen daher unsern Lesern lieber mit dem offenen Geständniß entgegen treten, daß die strenge Wissenschaft noch nicht eingedrungen ist in die Geheimnisse jener Vergangenheit und noch nicht, ohne sich zu verwirren, weit hinausgreifen darf in die verhüllte Zukunft.

IV. Wie sieht es im Innern der Erde aus?

Die Frage, wie es im Innern der Erde aussieht, weiß die Wissenschaft jetzt noch nicht sicher zu beantworten. Es steht wohl fest, daß die Erde im Innern nicht hohl ist; auch ist es bewiesen, daß sie nicht aus einer fabelhaft schweren Masse im Innern besteht, wie es endlich auch unzweifelhaft, daß die Wärme im Innern der Erde außerordentlich ist. Aber all' das reicht nicht hin, einen sichern Schluß auf die Beschaffenheit des Innern der Erde zu ziehen und man muß sich mit der Annahme be-

gnügen, daß die Wärme im Innern der Erde groß genug ist, um selbst Massen in geschmolzenem Zustande zu erhalten, die, wenn sie erkalten, zu Steinen werden, daß also die Erde selber eine feuerig flüssige Beschaffenheit hat und nur ihre Oberfläche hart geworden ist durch nach und nach eingetretene Erkaltung, wie wenn eine große geschmolzene Wachsmasse zuerst auf der Oberfläche erkaltet und starr wird, während sie im Innern eine Zeitlang flüssig und heiß bleibt.

Folgt man dieser Vorstellung, so hat man sich die Erde zu denken wie einen Körper, der von einer harten Schale umschlossen, in deren Innern aber eine flüssige heiße Masse vorhanden ist. — Und diese Vorstellung ist in der That hinreichend, manche Erscheinung der Natur zu erklären.

Vor Allem hat man sich durch Versuche überzeugt, daß die Wärme, welche durch die Einwirkung der Sonne auf der Oberfläche der Erde herrscht, nicht Einfluß hat auf die Tiefe der Erde. Schon in tiefen Kellern ist es Sommer und Winter fast gleich warm. Unsere Keller dienen daher, die Speisen im Sommer vor Fäulniß durch Hitze und im Winter vor Verderbniß durch Frost zu schützen. — Gräbt man bis zu einer Tiefe von 60 Fuß, so ist gar kein Unterschied zwischen heißen oder kalten Ländern, zwischen Sommer und Winter, zwischen Tag oder Nacht zu merken. Die Wärme bleibt vollkommen dieselbe, mag die Sonne auf der Oberfläche der Erde glühend scheinen oder gar keinen Strahl hinsenden. Geht man aber noch tiefer, so nimmt die Wärme stets zu und Versuche haben gezeigt, daß sie auf je 130 Fuß um einen Grad steigt, so daß man in dieser Weise zu dem Schluß gekommen ist, daß in einer Tiefe von 12 Meilen eine Hitze von 2000 Grad herrschen müsse, eine Hitze, bei

welcher selbst die härtesten Gegenstände schmelzen und flüssig sein müssen.

Es ist indessen keineswegs ausgemacht, daß die Hitze wirklich fort und fort mit der Tiefe zunimmt; denn es ist leicht denkbar, daß die Erde eine gewisse Naturwärme besitzt, wie es mit dem thierischen Körper der Fall ist, dessen Oberfläche auch kälter ist als das Innere, und wo eine Zunahme der Wärme gleichfalls stattfindet, je tiefer man durch die Haut in den Körper hineindringt; gleichwohl nimmt die Wärme nur bis zu einem gewissen Grade zu, bis sie die Blutwärme, die etwa dreißig Grad beträgt, erreicht hat und sodann sich nicht weiter steigert.

Wie dem aber auch sein mag, so steht doch so viel fest, daß die Wärme im Innern der Erde oft genug hervorbricht auf die Oberfläche, und die heißen Wasserquellen, die aus der Erde emporsteigen, die Dämpfe und Flammen, welche von feuerspeienden Bergen hervorgeschleudert werden, wie die Laven, die geschmolzenen Steine, die sich aus den Kratern der Vulcane ergießen, führen einen Theil der Erdwärme nach oben hin und geben Zeugniß davon, daß die Gluth im Innern noch nicht erloschen ist.

Diese Gluth des Innern, die jetzt noch thätig ist, reicht hin, die Erscheinung zu erklären, daß sich zuweilen noch jetzt Gase unter der harten Oberfläche der Erde sammeln, daß diese mit großer Macht gegen die harte Decke der Erde pressen, daß dieser Druck von innen nach außen noch gesteigert wird durch die Ausdehnung, welche durch die Wärme verursacht wird, daß dieser Druck oft eine Bewegung des Gases hervorruft von einem Orte zum andern und daß diese Bewegung auf der Oberfläche der Erde als Erdbeben verspürt wird, wodurch oft Berge erschüttert, Thäler verschüttet werden, der flache Boden der Erde tiefe Risse erhält, Gewässer ihren Lauf ändern,

alte Quellen versiegen, und neue Quellen entstehen, zuweilen aber auch die Oberfläche der Erde sich zu einem hohen Berghügel emporrichtet und dort das heiße Gas einen Ausweg sich öffnet, durch den Dampf, Gas, Feuerflammen und geschmolzenes Gestein mit furchtbarem Getöse hinausgeschleudert werden.

Bei solcher Gelegenheit geschieht es nun, daß die harte Schale der Erde durchbrochen und hinaufgetrieben wird über die Oberfläche der Erde, wo sie Gebirge bildet. Gebirge sind also nichts als Theile der harten Erdschale, die durch die Kraft der Wärme im Innern aus ihrem Zusammenhang losgerissen und emporgerichtet worden sind. — Weiß man also nicht viel von dem Innern der Erde, so hat man doch durch genaue Studien der Gebirge mindestens Gelegenheit, die Schale der Erde genauer kennen zu lernen und von der Art und Weise, wie diese Schale entstanden ist, sich eine Vorstellung zu verschaffen. Und dies eben wollen wir nunmehr darstellen.

V. Die harte Erdschale.

Wenn man die Gebirge der Erde genauer untersucht, so findet man eine auffallende Erscheinung an denselben.

Man sollte meinen, auf den Spitzen der Berge müßten sich diejenigen Stein- und Erd-Arten finden, die sonst tief unter dem flachen Erdboden vorhanden wären. — Dies ist aber nicht der Fall.

Es zeigt sich vielmehr ganz umgekehrt. Die höchsten Berge bestehen gerade in ihren höchsten Höhen aus solchen Gesteinen, die am tiefsten unter der Oberfläche der Erde liegen.

Es verhält sich nämlich folgendermaßen.

Wenn man ein Loch in die Erde gräbt und dies immer tiefer und tiefer hineinbohrt, so findet man, daß die harte Schale der Erde, die ihre Oberfläche bildet, aus verschiedenen Schichten besteht, die über einander liegen. Indem wir diese Schichten später noch näher bezeichnen werden, wollen wir nur für jetzt sagen, daß die unterste all' dieser Schichten von Steinarten gebildet ist, die man Basalt, Porphyr, Grünstein und Granit nennt, und daß diese so tief unter der Oberfläche liegen, daß man durch Nachgrabungen noch gar nicht bis zu dem Granit gekommen ist, der der Oberfläche am nächsten ist, während der Grünstein unter der Granit-Schicht, der Porphir unter der Schicht von Grünstein und der Basalt noch tiefer, also noch unter dem Porphir liegt.

Dies ist nur auf flachem Boden der Fall, wo kein Gebirge vorhanden ist. — Wo aber Gebirge sich hoch emporrichten, da ist es gerade umgekehrt. Das unterste Gestein der am tiefsten liegenden Schicht bildet das höchste und schroffste Gebirge und liegt so, daß die oberen Schichten immer von ihm durchrissen und die untersten durch die oberen hindurchgedrängt worden sind. Da naturgemäß der Basalt unter dem Porphir, Grünstein und Granit liegt, und ohne allen Zweifel sehr tief unter diesen harten Gesteinmassen, so sollte man glauben, daß es gar keine Basalt-Gebirge geben könne, weil, wenn der Basalt in die Höhe wollte, er die über ihm liegenden Gesteine erheben und aus diesen Gebirge bilden müßte. Es ist aber nicht so der Fall. Der Basalt bildet große und außerdem schroff in Säulen hoch emporgerichtete Gebirge und ist offenbar durch alle Gesteine, die über ihm lagen, hindurch gebrochen, so daß er sie zerrissen und sich seinen Weg durch sie hindurch zur Oberfläche der Erde hinauf

gebahnt, wo er jetzt seine Felsen-Säulen hoch in die Luft hinauf streckt.

Dies aber ist ein Zeichen einer gewaltsamen und plötzlich zum Ausbruch gekommenen Kraft. Wäre der Basalt von einer langsam wirkenden Kraft emporgetrieben, so würde er die Steine, die über ihm liegen, vor sich her geschoben und sie noch höher über sich hinaus gehoben haben. Dies ist jedoch nicht der Fall. Er ging durch die Gesteine, die über ihm liegen, hindurch, wie eine Kanonenkugel durch eine Wand. Die Wand wird zerrissen und gesprengt und die Kugel nimmt ihre Bahn gewaltsam durch dieses Hinderniß hindurch. Man kann sagen, daß dies ganz so vom Basalt geschehen ist. Er hat, wo er auf die Oberfläche der Erde zum Gebirge sich aufgethürmt, all' die über ihm gelagerten Gesteine durchschossen und ist durch sie hindurchgegangen zur Höhe.

Ganz dasselbe ist beim Porphyr, dem Grünstein und Granit der Fall. Auch sie bilden Gebirge; aber immer haben sie die über ihnen liegende Schicht gewaltsam durchbrochen und zerrissen und haben sich über sie hinaus zur Höhe emporgerichtet. Noch nirgends hat man gefunden, daß der Basalt von einer andern Steinart durchbrochen worden ist; sondern er durchbricht alle übrigen. Daraus hat man den Schluß gezogen, daß der Basalt das Gestein sein muß, daß die unterste Schicht der harten Erdschale bildet.

Der Porphyr durchbricht alle übrigen Gesteine, wenn er ein Gebirge bildet, nur den Basalt nicht; folglich hat man daraus mit Recht geschlossen, daß der Porphyr die zweite Schicht der harten Erdrinde bilden muß. In gleicher Weise hat man den Schluß gezogen, daß der Grünstein über dem Porphyr und der Granit über dem

Grünstein als harte Schale über dem feurigen Kern der Erde liegen müsse.

Aus der Betrachtung der höchsten Gebirge also hat man die Geheimnisse der Tiefe, in die noch kein Mensch hineinzudringen vermochte, zu erforschen gesucht, und hat den richtigen und zuverlässigen Schluß gezogen, daß das feurige Innere der Erde zuerst eine Schale von Basaltgestein, sodann eine von Porphyrgestein, sodann eine von Grünstein und endlich eine von Granit um sich hat.

Es fragt sich nun freilich, wie dick sind diese Schalen? Oder wie tief müßte man wohl graben, um bis auf den feurigen Kern zu gelangen?

Die Antwort hierauf ist in vielen Punkten unbestimmt, und man hat nur durch ungefähre Berechnungen eine Schätzung angegeben, die keineswegs so zuverlässig ist, als man es wünscht. Durch natürliche Höhlen und Nachgrabungen ist man noch nicht viel mehr als eine Meile tief in das Innere der Erde gedrungen. Die Schwierigkeit der Schachtbauten, die unterirdischen Gewässer, schädliche Luftarten und anderweitige Hindernisse haben tiefere Nachgrabungen verhindert. Und bei dieser Tiefe von einer Meile ist man noch lange nicht einmal auf den Granit gekommen, wenn nicht die Kraft des Feuers den Granit in die Höhe getrieben. Es bleibt also nichts übrig als die Schätzung auf einige wissenschaftliche Gründe gestützt, und diese hat ergeben, daß etwa in einer Tiefe von 25 bis 50 Meilen die Erde noch flüssig feurig ist und also die Gesteinschalen, die wir hier genannt haben, diese Dicke besitzen.

Diese Schale aber hat man sich nicht so vorzustellen, als ob sie allenthalben gleichmäßig und allenthalben anschließend wären, sondern die innere Kraft der Erde, die diese Schalen emporgetrieben und Gebirge aus ihnen

gebildet hat, sie hat die Schichten vielfach durchbrochen und unter einander geschleudert und ohne Zweifel auch Spalten, Risse, Oeffnungen und Gänge zwischen diesen Gesteinen geschaffen, die noch jetzt nur leicht verdeckte Kanäle bis zur Oberfläche der Erde bilden, deren oberste Oeffnungen die Krater der feuerspeienden Berge sind, die man noch jetzt zuweilen in Thätigkeit sieht.

VI. Die Wärme der Erde im Innern.

Stellt man sich nun die Erde als feurigflüssige Masse im Innern vor, die von einer harten Gestein-Schale umgeben ist, so fragt es sich vor allem, woher die Schale wohl gekommen sein mag, ob dieselbe sich noch fortwährend bildet, oder ob sie wohl noch einmal zusammenschmelzen könnte?

Die Vorstellung, die man sich hiervon zu machen berechtigt ist, ist folgende:

Ehedem, sicherlich vor vielen, vielen Millionen Jahren, ist die Hitze der Erde groß genug gewesen, um auch diese Gesteine zu schmelzen, und die ganze Erde war nur eine einzige flüssige Feuerkugel, jedoch durch Erkalten der Oberfläche, durch Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum ist die äußerste Hülle erkaltet und hart und erst nach und nach zu dieser dicken Schale geworden, die den Kern jetzt einschließt.

Daß die Hitze der Erde im Innern einmal so zunehmen sollte, daß sie ihre Gesteindecke wiederum schmilzt, das ist nicht anzunehmen. Die Erde verliert vielmehr tagtäglich nicht unbeträchtliche Massen von Wärme; die Gase, die aus der Erde an einzelnen Stellen ausströmen, bringen eine Erkaltung hervor. Die warmen Wasser

quellen, die emporströmen, entführen ihr unausgesetzt Wärme, und Vulkane sind nicht minder thätig, ihr fortwährend Wärme zu entziehen, so daß man eher an eine Erkaltung als an ein neues Aufflammen der Erde zu denken hat.

Allein auch dieses Erkalten findet schwerlich statt. Wer auch nie etwas von der Chemie gelernt und nur einmal wahrgenommen hat, wie kalte Schwefelsäure in kaltes Wasser gegossen, ein sehr heißes Gemisch der beiden Flüssigkeiten hervorbringen, der wird es schon zugeben müssen, daß sich Hitze auf chemischem Wege bildet, und dies ist wirklich der Fall und bei jeder Art von Wärme der Fall, die wir künstlich erzeugen. Es wird sich also Jedermann leicht vorstellen können, daß sich im Innern der Erde durch chemische Prozesse allein so viel Wärme entwickeln kann, daß sie vollkommen das ersetzt, was die Erde alltäglich an Wärme nach außen hin abgiebt.

Im Gegentheil ist es keinem Zweifel unterworfen, daß es zur Erhaltung der Erde nothwendig ist, daß sie fort und fort Wärme hinaussendet, die sie im Ueberfluß in ihrem Schooße bildet, und wenn sich die Erde zuweilen öffnet und durch Vulkane große Flammen und Massen emporschleudert, so ist es nicht ein drohendes Zeichen des Untergangs, sondern ein Zeichen der Sicherheit des Baues der Erde. Denn auf diesen Wegen strömt gewaltsam diejenige Hitze aus, die, wenn sie sich ansammelte, wohl einmal im Stande sein würde, die Erdschale in verderbenbringender Weise zu zersprengen.

An jedem Dampfkessel läßt der Maschinenbauer eine Oeffnung, die man mit einem Gewicht zudeckt. Wenn der Dampf zu stark wird, hebt er das Gewicht auf und der überflüssige Dampf strömt dann durch die Oeffnung aus. So lange diese Oeffnung, die man das Ventil

nennt, nicht verstopft ist, so lange wird der Kessel nie zersprengt werden, und es ist thöricht, daß unerfahrene Leute sich fürchten, in der Nähe der Dampfmaschine zu stehen, wenn sie das Zischen und Brausen bemerken, das der dort ausströmende überflüssige Dampf verursacht. Nur dann kann die Nähe des Dampfkessels gefährlich werden, wenn kein Dampf durch diese Oeffnung strömt und es möglich ist, daß das Ventil verschlossen ist. Man nennt daher mit Recht solch' eine Vorrichtung „das Sicherheits-Ventil."

Mit nicht minder großem Rechte nennt der große Alexander von Humboldt, der Stolz und die Zierde unseres Zeitalters, die Vulkane „die Sicherheits-Ventile der Erde."

So lange sie thätig sind, ist ein gewaltsames Zersprengen der Erde nicht zu fürchten; hörten sie einmal auf, so würde ein Zersprengen der Schale der Erde wohl möglich sein.

Wir dürfen es freilich nur als eine Vermuthung anführen, daß die Erde gerade nicht mehr Wärme im Innern entwickelt, als sie durch Erkaltung und durch Vulkane und heiße Quellen verliert, und daß so immer nur ein bestimmter Grad der Wärme in der Erde herrscht, der sich gleichbleibt für alle Zeiten oder sich ausgleicht durch stete Ausströmungen. Dies alles ist, wie gesagt, freilich nur eine wissenschaftliche Vermuthung; allein man hat auch einen Beweis dafür, daß die Erdwärme nicht wesentlich gestiegen und nicht wesentlich gesunken ist in den letzten zweitausend Jahren.

Es ist bekannt, daß in der Hitze sich alle Gegenstände ausdehnen, und beim Erkalten sich zusammenziehen. Hätte die Erde seit zweitausend Jahren in ihrer innern Hitze zugenommen, so müßte sie auch an Umfang zuge-

nommen haben; wäre sie in dieser Zeit kälter geworden, so müßte sie auch an Umfang kleiner geworden sein.

Nun hat man zwar noch gegenwärtig nicht den Umfang der Erde so genau gemessen, daß man mit Sicherheit sagen kann, daß die Erde sich gar nicht im Umfang verändere, und man hat vor alten Zeiten dies noch weit weniger gekonnt, so daß sich durch direkte Messungen nicht bestimmen läßt, ob die Erde zunimmt oder abnimmt an Größe. Allein man hat einen sicheren und vollkommen überzeugenden Beweis, daß der Umfang der Erde sich seit zweitausend Jahren vollkommen gleich geblieben ist; und hieraus hat man den unzweifelhaften Schluß gezogen, daß die Wärme im Innern der Erde seit so langer Zeit auch unverändert geblieben sein muß.

Der Beweis, daß der Umfang der Erde sich nicht verändert haben kann, liegt in Folgendem.

Es steht mathematisch fest, daß eine Kugel, die sich um ihre Axe dreht, sich langsamer zu drehen anfängt, wenn sie größer wird, und schneller drehen muß, wenn sie kleiner wird. — Die Erde ist nun solch' eine Kugel, die sich täglich einmal um ihre Axe dreht, und wir besitzen astronomische Beobachtung aus den Zeiten des griechischen großen Naturforschers Hipparch, die auf das Allergenaueste den Beweis liefern, daß der Tag sich seit jener Zeit auch nicht um den tausendsten Theil einer Sekunde verlängert oder verringert habe, das heißt also, daß die jetzige Umdrehung der Erde um ihre Axe genau ganz und gar dieselbe ist, die sie vor zweitausend Jahren gewesen. Es muß also der Umfang der Erde sich ebenfalls gleich geblieben sein, und es kann demnach die Wärme der Erde weder ab- noch zugenommen haben seit jenen Zeiten.

Man hat daher die vollste Ursache, anzunehmen, daß die Erde eine Wärme im Innern besitzt, die sich wenig-

stens jetzt nicht mehr verändert, daß sich zwar durch chemische Prozesse in ihr eine Wärme erzeugt, aber die überflüssige Wärme sich wieder durch Ausströmungen verliert und so eine Ausgleichung stattfindet, die zwar einen ewig thätigen, aber auch einen ewig unveränderlichen Gesammt-Zustand hervorbringt.

Dies aber ist ein Merkmal eines innern Lebens, das ja hauptsächlich darin besteht, daß der lebendige Körper bei fortwährend vor sich gehender Veränderung dennoch seine Natur und sein Wesen nicht ändert, indem er stets so viel von sich abthut, als er von Kräften oder Eigenschaften immer in sich neu entwickelt.

VII. Die Bildung des tropfbaren Wassers auf der Erde.

Indem wir nunmehr zu dem Resultat gekommen sind, daß zwar die Erde sich ursprünglich verändert und umgestaltet haben muß, bevor sie einen bestimmten Zustand angenommen hatte, daß sie aber nunmehr bei aller Thätigkeit und Veränderung in Einzelnheiten einen festen und dauernden Gesammt-Zustand beibehält, wollen wir wieder zurück zur Geschichte der Bildung der Erde oder richtiger zur Geschichte der Bildung ihrer Oberfläche und des Lebens auf derselben. Denn die harte Schale von jenen vier Gesteinen, die wir bereits beschrieben haben, ist keineswegs der Grund und Boden, auf dem wir leben, sondern es ist jene Schale noch von vielen Meilen dicken Schichten umgeben, die erst nach und nach die Grundlage geworden sind zu dem Wohnsitz und der Entwickelung aufkeimender Pflanzen, lebender Thiere und endlich denkender Menschen.

Sicherlich hat bereits jeder unserer Leser sich die Frage vorgelegt, wo denn damals, als die Erde erst durch Erkaltung jene Steinschale um sich gebildet hatte, das Wasser gewesen sein mag, das jetzt einen so großen Theil der Erdoberfläche bildet?

Die Antwort hierauf ist einfach folgende.

Das Wasser ist seiner Natur nach flüssig, so lange es nicht bis über 80 Grad hinaus erwärmt wird. Sobald es jedoch diesen Grad der Wärme erreicht hat, verdampft es und bildet Wassergas, das sich mit der Luft mischt und mit derselben unendliche Zeiten sich unverändert erhalten kann, sobald es nicht erkaltet.

Solches Wassergas, solches verdampfte Wasser umgiebt uns alltäglich mit der Luft, in der wir leben. Nur dann, wenn die Luft erkaltet oder mit einer kältern Luft sich mischt, bildet sich das darin schwebende Wassergas zu feinen Tröpfchen, die uns in großer Masse als Nebel sichtbar werden, oder in der Höhe der Luft als Wolken erscheinen, und erst dann, wenn diese feinen Tröpfchen sich bei weiterer Abkühlung zu größern Tropfen bilden, fallen sie nieder als Regen oder Schnee oder Hagel, und bilden die Gewässer, die wir auf der Erde sehen.

Noch jetzt ist alles Wasser auf der Oberfläche der Erde und in den Tiefen der Meere bestimmt, nach und nach zu Wassergas zu werden, in der Luft herumzuschweben und wieder als neugebildetes Wasser zur Erde herabzuströmen. Auch von den unendlichen Wassermassen gilt jener Kreislauf der Veränderung, der alles Dasein charakterisirt, und wir werden bei anderer Gelegenheit von dem Kreislauf des Wassers unsern Lesern ein Näheres mittheilen.

Zur Zeit, als die Erde ihre feste Gestalt der Oberfläche erst bildete, war ohne Zweifel das Wasser nur in

Dampfform vorhanden; welche großartige Rolle es aber spielen mußte in der Erdbildung, als die Gesteine der Erdschale nun vorhanden waren, das wollen wir nunmehr näher betrachten.

Versetzt man sich in Gedanken in jene Zeit, in welcher die Erde durch Erkalten ihre harte Gesteinschale um sich bildete, so ist es klar, daß diese Schale in der ersten Zeit noch immer so heiß gewesen ist, daß auf ihr kein Tropfen Wasser niederfallen konnte, ohne sofort zu verdampfen. Dahingegen muß in der Höhe der Luft, damals, als eine harte Schale das Feuer im Innern der Erde verschlossen hielt, schon ein solcher Grad von Kälte geherrscht haben, daß der Dampf, wenn er nach oben hinauf gelangte, sich in Wolken und Wassertropfen und Regen verwandelte.

Und nun begann bei der Bildung der Erde auch das Wasser seine Rolle zu spielen.

Man stelle sich nur vor, daß zu jener Zeit das Wasser aller Meere, Seen und Flüsse nicht als tropfbares Wasser, sondern als Wasserdampf die Erde umgab, so wird man leicht einsehen, daß die Erde außer den Gesteinhüllen noch eine Dampfhülle von ungeheurer Größe um sich hatte. In dieser Dampfhülle verwandelte sich stets der obere Theil, der kälteste, in Wasser und stürzte tosend zur Erde. Hier aber gelangte das Wasser auf die heißen Gesteine und wurde wieder unter dem Brausen heftig kochenden Wassers schnell in Dampf verwandelt, der wieder zur Höhe empor steigen mußte. Man wird wohl einsehen, daß dies ein Tosen und Strömen hervorbringen mußte, für welches jede Phantasie zu schwach ist, um es auch nur einigermaßen sich vorstellen zu können. Ganze Weltmeere im Niederstürzen begriffen, und wieder in Dampf verwandelt hinaufgeschleudert, und wieder in der Höhe

zu Wasser umgeschaffen und wieder auf das Gestein herabstürzend, um wiederum zu kochen und wiederum hinaufgeschlendert zu werden! Man erwäge nur, daß diese Erscheinungen, das Verwandeln des Wassers in Dampf, und das Verwandeln des Dampfes in Wasser schon bei unsern Dampfkesseln mit dem stürmendsten Tosen vor sich geht, daß diese Erscheinungen stets von Erscheinungen der Elektrizität begleitet sind, in denen Funken hervorsprühen. Man stelle sich vor, daß damals das Feuer im Innern der Erde nur noch in einer schwachen Decke eingeschlossen war, und daß die elektrischen Flammen in der weiten großen, fortwährend im Verwandeln begriffenen Dampfhülle die verwandten Flammen der Erde hervorlockten. Dabei ein ewiges Donnern und ein ewiges Niederstürzen der Gewässer, und unter unendlichen Blitzen und Flammenzucken aus dem Innern der Erde ein Zerreißen der Gesteinhülle, ein Erbeben der Erde selber! — Und all' dies nicht nur durch Tage und Monate und Jahre, sondern wohl durch Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende hindurch, bis die Gesteinhülle dick und abgekühlt genug war, um Meere auf sich zu dulden und sie in großen Becken zu sammeln. — Man stelle sich, soweit die Phantasie reicht, nur solch ein Bild vor, und man wird sich einen schwachen Begriff davon machen können, welche Erschütterungen die Bildung des tropfbaren Wassers auf der Erde begleiten mußten.

VIII. Schiefer-Gesteine.

Hat aber die Erde Spuren dieses gewaltigen Prozesses zurückbehalten? Giebt es Merkmale, welche beweisen, daß diese Vorgänge wirklich stattgefunden haben?

Es sind solche Spuren und Merkmale vorhanden und sie liegen vor dem Auge der Forscher als große Schiefer-Gebirge da, aus denen er die Geschichte der Erde herausliest.

Wer jemals einen Tropfen auf einen heißen Stein, auf einem heißen Plätteisen herumwirbeln, sich aufblähen und plötzlich verdampfen sah, der wird auch zumeist bemerkt haben, daß der Tropfen einen kleinen Flecken hinterläßt auf dem heißen Gegenstande, und untersucht man diesen Flecken, so findet man, daß er aus den festen Theilchen besteht, die im Wasser enthalten waren, und die zurückgeblieben sind bei der Verdampfung des Wassers. Ein wenig Speichel auf einen heißen Bolzen giebt einen Niederschlag von verschiedenen Salzen und einzelnen organischen Stoffen, die dem Wasser des Speichels beigemischt waren. Und hieraus kann Jedermann die Thatsache lernen, daß Wasser beim Verdampfen, beim Auskochen alle festen Theile zurückläßt, die sich nicht in Dampf verwandeln. Unsere Hausfrauen werden diesen Niederschlag oft genug in ihren Theekesseln bemerkt haben, der von vielem kochenden Wasser herrührt, und der sich fest an den Boden des Kessels ansetzt und im gewöhnlichen Leben: Kesselstein oder Wasserstein genannt wird.

Bedenkt man, daß in der Dampfhülle, die die Erde zur Zeit umgab, als sich die feste Kruste der Erde bildete, sich noch außerordentlich viele feste Theile befunden haben müssen, daß das Wasser beim Niederstürzen einzelne feste Theile von den Gesteinen mit sich riß und in Pulverform wieder mit sich hinaufnahm, wenn es als Dampf wieder hinaufgeschleudert wurde, so wird man es leicht einsehen, daß sich dann nach Jahren und Jahren des ewigen Kochens der gesammten Wassermasse auf der Erde, dieses ewigen Destillirens der Gewässer, ein fester Rückstand

bilden mußte, in welchem sich Alles absetzte, was das Wasser an festen Theilen in sich hatte, und sich so eine ganz neue Kruste um die Erde bilden mußte, die nach und nach immer mächtiger wurde, und die durch spätere vulkanische Ausbrüche als eine neue Art von Gebirge sich zuweilen emporrichtete. So entstand durch die Wirkung des Feuers und des Wassers eine neue Schale um die Erde, die noch jetzt als eine neue jüngere Gebirgsart stellenweise sichtbar wird, und dieses ist der bekannte Schieferstein, der ganze Gebirge bildet.

IX. Gesteine, die unter dem Wasser sich gebildet haben.

Wie viele Jahrtausende die Schiefergesteine die oberste feste Decke der Erde bildeten, läßt sich nicht bestimmen. Es ist jedoch ohne allen Zweifel, daß die Kruste von Schiefer, die sich durch das unausgesetzte und fortwährend sich wiederholende Verdampfen des Wassers gebildet hat, sehr lange lange Zeiten existirt haben muß, bevor sich neue Schichten und Gesteinkrusten bildeten. Man entdeckt nämlich in neuester Zeit im Schiefer bereits Spuren von Pflanzen und Thieren. Thiere und Pflanzen aber konnten erst nach und nach entstehen, als die Erkaltung der Erde bedeutend vorgeschritten und der Boden zur dauernden Erhaltung dieses Lebens vorbereitet war.

Die Bildung des Schiefergesteins ist die Grenze zwischen zwei verschiedenen ungeheuern Zeiträumen und steht in der Mitte zwischen zwei großen Verwandlungen der Erde. Vor der Entstehung des Schiefers wurden die harten Schalen der Erde nur gebildet durch das Erkalten und Erstarren feurig flüssiger geschmolzener Gestein-Arten.

Nach der Bildung des Schiefers hörte das Feuer auf, eine solche Rolle auf der Oberfläche der Erde zu spielen wie bisher, und das Wasser, daß sich in allen tiefen Stellen der harten Erdkruste sammelte, begann das große Werk der Umbildung der Erde und schaffte nunmehr aus den verwitternden Gebirgen der Vorwelt neue Lagen und Schichten über den Tiefen der Erde, die sich nach und nach zu großen Massen ansammelten und gewaltige Steinmassen bildeten, die später als neue Gebirge auftraten.

Aehnlich wie noch gegenwärtig in den Tiefen der Meere sich alles ansammelt, was der Regen hinabspült in die Quellen, in die Bäche, die Ströme und Flüsse, die alle ihre Gewässer zum Meere tragen, ähnlich wie dieser Vorgang muß der damalige gewesen sein und aus ihm ging eine Masse von Gesteinen hervor, die man die Grauwacke nennt, in welcher man schon reichere Spuren von Thieren und Pflanzen findet, und über welcher man jetzt die Steinkohle trifft, die nichts ist als der versteinerte Ueberrest der vorweltlichen gewaltigen Pflanzenwelt.

Zwar wuchs diese Pflanzenwelt nicht unter der Oberfläche des Wassers; nur der Boden, in welchem diese Pflanzenwelt wurzelte, bildete sich auf dem Grunde der Gewässer aus. Aber dieser in den Tiefen des Abgrundes liegende Boden wurde durch immer noch reichlich herrschende vulkanische Ausbrüche, welche neue Berge und neue Thäler bildeten, emporgehoben und zu Flachland oder Gebirgen über dem Wasser umgestaltet, während andere Strecken, die bis dahin über das Wasser hinausragten, niedersanken und vom Wasser bedeckt wurden. So entstand streckenweise eine neue Erde mit neuem Boden, der Pflanzen trug und auf dem später eine Thierwelt sich zu bewegen anfing.

Es ist nichts interessanter und lehrreicher, als eine Beschreibung der Reste vorweltlicher Thiere und Pflanzen, die man jetzt zahlreich auffindet; und wir hoffen in späterer Zeit unsern Lesern einen Abriß dieser wundervollen Entdeckungen vorführen zu können. Für jetzt jedoch haben wir es nur mit der Umgestaltung der Erde selber zu thun und wollen dieser weiter folgen, denn selbst nach dieser Zeit, wo schon Pflanzen und Thiere auf der Erde zu leben begonnen hatten, sind noch gewaltige und zum Theil gewaltsame Umwälzungen vorgegangen und sie haben die Erde so wesentlich umgestaltet, daß wir von ihrem ehemaligen Leben keine Ahnung gehabt hätten, wenn nicht das Forscherauge der Wissenschaft die Gebirge durchforscht hätte, die die Spuren der untergegangenen Welt an sich tragen.

Es ist ohne allen Zweifel, daß nach der Zeit, die man die Steinkohlen-Periode nennt und die sicherlich viele Jahrtausende umfaßt, eine gewaltige Erschütterung der Erdrinde stattgefunden hat, die wiederum neue Thäler und neue Berge bildete. Die Gewässer verließen nun ihr Bett und stürzten in die neuen Vertiefungen, die bisher trockener Erdboden waren. Die Pflanzen, die Thiere auf dem trockenen Boden wurden vom Wasser bedeckt und gingen darin unter. Die Thiere und Pflanzen, die bis dahin im Meere lebten, kamen an die Luft, wo sie nicht mehr zu leben vermochten. Aber hier wie dort blieben die Reste des Lebens übrig, und diese Reste sind so gewaltig, daß sie vor unsern Augen als ungeheuere Massen daliegen, die Felsen und Gebirge durch ganze Länder hindurch bilden.

Alle Kalkgebirge, Sandsteingebirge, Kreidegebirge, alle Gebirge, in denen sich Gyps und Steinsalz findet, haben sich ehedem unter der Oberfläche des Wassers gebildet.

Sie sind außerordentlich reich an Muscheln und Schalen solcher Thiere, die nur unter dem Wasser leben konnten, wie denn Kalk und Kreide überhaupt nur Ueberreste sin von unendlich kleinen Thieren, die ihre harten Schalen zurückließen, nachdem sie längst gestorben.

X. Unterschied der Gesteinarten

Wir haben nur flüchtig über die Art und Weise gesprochen, wie sich, nachdem sich das Wasser auf der Erde gesammelt und weite Meere geschaffen hatte, ganze Gesteine unter der Oberfläche des Wassers zu bilden anfingen; wir können aber nicht umhin hier anzuführen, daß zwischen diesen Gesteinen, die unter dem Wasser, und denen, welche durch Erkalten geschmolzener Massen entstanden sind, ein sehr wesentlicher Unterschied auch schon äußerlich zu merken ist.

Alle Gesteine, die aus geschmolzenen Massen entstanden sind, haben ein mehr oder weniger kristallisches Ansehen und Gefüge und einen glasigen Anschein, wenn sie polirt werden. Die hingegen, welche unter dem Wasser entstanden, sind schichtenweise gelagert, haben oft einen blätterigen Bruch und ein körniges Gefüge und beweisen dadurch, daß sie nicht vor ihrer Entstehung ein durch Gluth flüssig gewordenes Gemisch waren, das nur durch Erkalten erstarrt ist, sondern daß sie sich regelmäßig Schicht auf Schicht gelagert oder Körnchen an Körnchen gesammelt haben, und erst durch die Zeit und den Druck der oberen Massen auf die unteren zu Gesteinen fest geworden sind.

Im Schiefer erkennt man das blätterartige Gefüge recht deutlich, obgleich er halb ein Feuer-, halb ein Was-

sergebilde ist. Könnte man bis in die Tiefe graben, in der der Schiefer ungestört seit seiner Bildung liegt, ohne von vulkanischer Kraft gehoben, gesenkt, zerbrochen, umgestülpt oder verschoben worden zu sein, so würde man die Lagen des Schiefers ganz eben finden, in welcher Schicht auf Schicht und Lage auf Lage, gleich den Blättern eines Buches über einander liegen. Aber der Schiefer ist lange nach seiner Bildung durch vulkanische Ausbrüche oft zerrissen und zu Gebirgen aufgethürmt worden, und bei solcher Gelegenheit sind die Lagen gebrochen, übereinander geschoben, aufgerichtet, umgestülpt und oft zertrümmert worden, so daß man nur sehr vereinzelt auf Schiefer stößt, der seine ursprüngliche Lage beibehalten hat.

Wie sehr sich der Sandstein von Granit unterscheidet, weiß wohl Jeder. Der Granit ist eine durch Feuer geschmolzene und durch Erkalten zu Stein verhärtete Masse; der Sandstein hat schon seinen Namen von dem Sande, aus welchem er besteht; er ist fein oder grobkörnig wie der Sand und verräth schon dem Auge die Geschichte seiner Entstehung, daß er nämlich durch Ansammlung einzelner Körner entstanden ist, die unter dem Wasser geschah, und daß er durch den Druck seiner eigenen Schwere, durch sein Jahrtausende langes Ruhen übereinander zu Stein verhärtet ist.

Darum trägt der Sandstein oft Spuren, daß er ehedem weich gewesen ist. Man findet in Sandsteinen die Reste von Thieren, wie z. B. Muscheln, in reicher Masse. Man hat auch im Quader-Sandstein die Fußstapfen großer Thiere entdeckt, die zum Theil in der Luft, zum Theil im Wasser gelebt haben. In den Steinen, die sich unter dem Wasser bildeten, findet man Gerippe von ungeheuern Schildkröten und Eidechsen, die Ueberreste von

Fröschen und Krebsen, und dies ist offenbar ein Beweis, daß diese Steine dereinst weich waren, daß Thiere sich auf ihrer Oberfläche bewegten und Spuren und nach dem Tode ihre Gerippe zurückließen, daß dann nach und nach neue Schichten sich über ihnen lagerten, die später gleichfalls zu Stein wurden und so sich als im Stein eingeschlossene Thierreste vorfinden.

Auch vom Sandstein findet man Lager, die durch Vulkane hoch über die ehemalige Wassergrenze hinausgehoben worden sind; aber wie die Wassergebilde überhaupt sind dabei die Steine meist schichtenweise gebrochen; daher findet man Sandsteingebirge, die wie gemeißelte Quadern und Säulen über einander liegen und eine Regelmäßigkeit im Bau verrathen, als ob sie von riesiger Künstler-Hand angefertigt worden wären. Die sächsische Schweiz verdankt ihre wunderbare fast künstlerische Schönheit jener Regelmäßigkeit, in welcher ihre Quadersandsteine sich gelagert vorfinden.

Wie viele Jahrtausende aber vergingen wohl, bevor sich Körnchen auf Körnchen häufte? bevor sie durch die Pressung an einander wuchsen? bevor sie von Vulkanen über das Wasser erhoben wurden? Wie viele Jahrtausende schon stehen diese Felsen hoch in die Luft hineinragend? Wie viele Jahrtausende wird es dauern, bevor Wind und Regen wieder körnchenweise dieses Gebirge abgetragen? — Wie viel Menschengeschlechter entstehen, und wie viele vergehen, bevor ein solch' Gebirge entsteht, bevor ein solch' Gebirge vergeht?

XI. Unterschied in Bezug auf das Vorkommen der Gesteine.

Auch in Bezug auf das Vorkommen der Gesteine ist ein Unterschied zwischen den vom Feuer flüssig gewordenen und dann durch Erkalten zu Stein verhärteten Massen und den vom Wasser gebildeten Gesteinen.

Die Gesteine, die durch das Erkalten der feurigflüssigen Masse entstanden sind, sind ohne Zweifel allenthalben tief unter dem Erdboden vorhanden. Sie sind zuweilen durch innere vulkanische Kräfte emporgeschleudert worden, um Gebirgs-Felsen zu bilden; aber man hat sich eigentlich vorzustellen, daß diese Gesteine die Erde umschließen wie eine allenthalben schließende Schale einen Kern, und darf die Gebirge, die sich von ihnen finden, als eine Ausnahme betrachten, die durch einen Durchbruch dieser Schalen und ein Emporschleudern einzelner Stücke derselben entstanden sind.

Anders ist es mit den Gesteinen, die erst durch das Wasser gebildet worden sind.

Schon den Schiefer darf man sich nicht als eine wirkliche vollkommen schließende Schale rings um die Kugel der Erde denken. Er bildete sich zur Zeit, als bereits Gebirge und Thäler von den ältern Gesteinen, die man Feuer-Gebilde nennt, vorhanden waren. Er entstand ähnlich wie unser Kesselstein durch das Verdampfen des kochenden Wassers, also kann er nur dort sich gebildet haben, wo das Wasser hinstürzte, als es in tropfbarer Gestalt aus dem Luftkreis auf die heiße Erde niederfloß. Er bildete sich also in den Thälern und Schluchten der ältesten Gebirge, während er auf den damaligen Höhen nicht entstehen konnte. In den damaligen Thälern muß er in großer Mächtigkeit abgelagert worden sein, weil diese Thäler ohne Zweifel heißer waren als die höher gelege-

nen Schichten der Gesteine, und also das Wasser dort einer gewaltigeren Verdampfung ausgesetzt gewesen sein muß. — Man hat sich daher den Schiefer nicht als allgemein schließende Gesteinschale um die Erde zu denken, sondern als eine Schale, die ursprünglich schon durch ältere Gebirge durchbrochen war, und die sich nur in den Thälern lagerte und in tiefern Thälern am stärksten vorhanden war.

Wäre nun keine weitere vulkanische Thätigkeit der Erde vorhanden, so würde der Schiefer vergraben liegen theils unter Gewässern, theils unter neuen Gesteinen, die sich später über ihm gebildet haben. Daß er jetzt aber zu Gebirgen aufgerichtet ist, das ist der Beweis, daß die vulkanische Thätigkeit der Erde nicht ruhete, sondern die Gestalt der Erde wesentlich veränderte, und aus den Bergen Thäler und aus den Thälern Berge machte, die Trockniß zum Meere und den Meeresgrund zur Trockniß umwandelte.

Ganz ähnlich verhält es sich mit allen spätern Gebilden von Gesteinen, die wir bereits flüchtig erwähnt haben. Sie entstanden nicht als allenthalben schließende Schale um die Erde, sondern als eine vereinzelte durch Gebirge und Hochebene getrennte Decke der Erde, und ihr Entstehungsort war dereinst die Fläche und Tiefe des Thales, so daß sie, wo sie in die Höhe emporragen, nur durch die innere vulkanische Thätigkeit der Erde zu Gebirgen erhoben worden sind.

Indem wir nunmehr zu einer spätern Zeit der Geschichte der Erde übergehen wollen, in welcher das Leben der Erde und das Leben auf der Oberfläche der Erde eine neue Gestaltung annahm, wollen wir hier nur noch der Kalk- und Kreide-Gebirge erwähnen, die in der wunderbarsten und fast unglaublichsten Weise entstanden sind.

Große Gebirge, die jetzt ganze Länder durchziehen, sind meist unter der Oberfläche des Wassers entstanden; aber die Baumeister dieser Gebirge waren kleine dem freien Auge unsichtbare Thiere, die in kalkartigen Schalen lebten und nach ihrem Tode die Kalkschalen zurückließen, die jetzt zu Gebirgen aufgethürmt daliegen.

Erst in der neuesten Zeit gelang es, die wundervollsten Entdeckungen dieser Art zu machen. Große Strecken Landes, die wir als festen Erdboden betrachten, bestehen, wie man jetzt weiß, aus Lagern von kleinen Thierchen, von Infusorien, die zum Theil leben, zum Theil aus den harten Theilen ihrer Leiber das bilden, was wir als Erde ansehen. In Berlin steht der größte Theil der Häuser der Louisenstadt auf einem solchen durch diese kleinen Thiere gebildeten Boden. Sie sind so klein, daß Millionen davon in einem Wassertropfen leben. Sie sterben und hinterlassen die harten Theile ihrer Leiber oder ihre Schalen und Muscheln als starren Rest zurück, der festen Grund und Boden bildet, und auf dem der Mensch umwandelt im Wahn, auf starrem, nie belebt gewesenen Erdreich umher zu gehen.

Wir werden bei einer andern Gelegenheit von den gewaltigen Massen erzählen, die von kleinen dem bloßen Auge unsichtbaren Thieren noch jetzt immerfort in der Tiefe der Meere gebildet werden; für jetzt wollen wir nur sagen, daß ganze Kalk- und Kreidegebirge solche Ueberreste von meist unter dem Wasser lebenden kleinen Geschöpfen sind, und wir es ihnen zu danken haben, wenn diese wichtigen Materialien uns nicht fehlen.

XII. Eine Weltzerstörung.

Was wir bisher vom Erdleben berichtet haben, trägt den Charakter einer fortschreitenden Umbildung und einer langsam durch sicherlich viele Millionen von Jahren vor sich gehenden Geschichte des Bodens der Erde. Zwar haben während dieser Zeit gewaltsame Ausbrüche aus dem Innern der Erde stattgefunden; aber diese Ausbrüche selber gehören in die Schöpferkraft, die bei der Bildung der Erdoberfläche thätig war. Sie trugen nicht den Charakter einer zerstörenden, sondern einer schaffenden Kraft an sich. — Wir kommen jedoch jetzt zu einem Abschnitt der Geschichte der Erdbildung, wo man nicht umhin kann, eine einmal stattgefundene gewaltsame zerstörende Erschütterung der Erde anzunehmen, durch welche ein eben so großes und bedeutsames Pflanzenreich wie Thierreich einen plötzlichen Untergang gefunden haben muß.

Man findet große Strecken, die sich unter ganzen Ländern hinziehen, wo eine üppige Pflanzenwelt plötzlich mitten in ihrem Wachsthum verschüttet worden ist. Wo man die Spuren ihrer Lagerung verfolgen konnte, hat es sich immer noch ergeben, daß sie streckenweise nach einer Richtung hingeschleudert worden sind, ähnlich wie wenn ein Sturmwind oder eine Fluth einen Wald umreißt und alle Stämme der Bäume nach einer Seite hin umstürzt. Hierzu entdeckte man Höhlen, in denen ganze große Lager von Thierknochen sich auffinden, und zwar nicht einzelne Knochen von Thieren, die möglicher Weise nach und nach an einzelne Stellen zusammengespült worden sind von Gewässern, sondern es finden sich ganze Gerippe von Thieren, die es unzweifelhaft machen, daß sie von den Fluthen lebend ergriffen, vernichtet fortgeführt und an einzelnen Stellen haufenweise abgelagert worden sind. Man findet ferner, daß um dieselbe Zeit, das heißt

nachdem die Sandstein-, Kalk- und Kreide-Gebirge sich bereits gebildet hatten, außerordentlich große Länderstrecken durch irgend ein Ereigniß plötzlich aufgeschwemmt wurden, so daß sich oft über dem Sandstein, dem Kalk oder der Kreide, die einst die Oberfläche gebildet haben, Lagen von aufgeschwemmter Erde finden von fast 200 Fuß Dick.. Endlich zeigen sich Spuren, daß um eben dieselbe Zeit große gewaltige Felsen von Fluthen fortgetragen wurden, und zwar mit einer Gewalt fortgetragen, daß sie Risse durch andere Gesteine verursachten, die den Weg bezeichnen, den sie genommen haben, und diese Felsblöcke sind an Stellen des Flachlandes abgelagert worden, wo kein Gebirge in der Nähe ist, von dem sie herstammen könnten, und die deshalb später dem abergläubischen Menschengeschlecht Veranlassung gaben zu vielen Märchen und Sagen, die das überraschende Vorkommen solcher Felsblöcke erklären sollten.

Bemerkt man nun hierzu, daß jene Pflanzen- und Thiergattungen, deren Spuren und Reste man eifrig studirt hat, jetzt nicht mehr existiren oder mindestens nicht mehr in solcher Größe vorkommen, so wird man auf den Gedanken geführt, daß wirklich eine zerstörende Wasserfluth die bereits belebte Erdoberfläche plötzlich vernichtet haben muß, daß also wirklich einmal eine belebte Welt ihren Untergang gefunden hat und das jetzige Leben auf der Erdoberfläche nicht eine Fortsetzung und Entwicklung, sondern eine neue Schöpfung ist.

Unsern Begriffen von Entwicklung und langsam vor sich gehender Bildung alles Lebens und Daseins entspricht solch' eine plötzliche Zerstörung einer bereits lebenden Welt freilich nicht; allein wir haben kein Recht, deshalb Thatsachen zu leugnen, weil sie nicht gut in das System passen, das wir aussinnen.

Man nimmt daher mit Recht allgemein an, daß ein solch plötzlicher Umsturz einer bereits belebten Erdoberfläche stattgefunden hat, und weiß für den Menschen keine bessere Beruhigung als die Thatsache, daß diese Weltzerstörung lange vor dem Dasein des Menschengeschlechts sich ereignete, indem sich noch nirgend Reste menschlicher Gebeine oder menschlicher Thätigkeit unter den Thierresten der damaligen Zeit haben auffinden lassen, wie eifrig man auch hiernach gesucht hat.

XIII. War diese weltzerstörende Erderschütterung nothwendig?

Man forscht vergeblich nach den Gründen, weshalb wohl eine bereits fertige Pflanzen- und Thierwelt einen so plötzlichen Untergang gefunden haben mag, wie der durch die gewaltsamen Wasserfluthen, die eine ganze Schöpfung vernichtet haben. Die Antwort, die man gewöhnlich hierauf hört, daß die damalige Thier- und Pflanzenwelt eine unvollkommene gewesen, und daß ihr Untergang einer vollendeten Natur Platz machen mußte, ist eine thörichte, weil sie eine unnatürliche ist.

Wohl ist es wahr, daß die untergegangene Pflanzen- und Thierwelt nur von der Gattung war, die man die niedere nennt. An die Stelle der Bäume waren damals Gras und Farrenkräuter von baumgroßer Stärke vorhanden, und auch in der Thierwelt hat die niedrigere Thiergattung vorgeherrscht und hat eine Größe erreicht, die jetzt an solchen Thieren nicht mehr gefunden wird. Ungeheuere Schildkröten und Eidechsen so groß wie unsere Schweine, Faulthiere so groß wie unsere Elephanten, Krebse von der Größe unserer großen Fische haben

damals existirt und mögen wohl Geschöpfen höherer Gattung den Platz st eilig gemacht haben. Daß sie aber deßhalb geschaffen und wieder gewaltsam vernichtet werden mußten, um andern den Platz zu gönnen, wird eben dadurch nicht erklärt, und wenn wir sehen, daß ohne solche gewaltsame Zerstörung einer fertigen Welt auch in unsern Zeiten Thiergattungen aussterben, daß das Nilpferd zur Seltenheit geworden, daß Bären und Wölfe in unsern Gegenden im Untergehen begriffen sind, daß durch den Kunstfleiß der Menschen die Pflanzenwelt nach und nach verändert worden ist, und die edleren Pflanzen an die Stelle der wilden getreten sind, so ist um so weniger Grund anzunehmen, daß deßhalb die Natur eine fertige Welt dem plötzlichen Untergang hätte Preis geben müssen, um für eine edlere Raum zu gewinnen, und sie nicht lieber den Gang allmähliger Entwicklung inne gehalten hat, den man mit Recht den natürlichen nennt.

Richtiger dürfte daher die Annahme sein, daß das uns noch sehr unbekannte innere Leben der Erde solch' eine Erschütterung nothwendig machte, und daß die Zerstörung, die hierbei auf der Oberfläche der Erde vor sich ging, von untergeordneter Bedeutung gegen jenen Fortschritt der Entwicklung des Erdinnern sein mochte. Weil wir auf dieser Oberfläche der Erde wohnen, sind wir leicht geneigt, Alles, was auf dieser vorgeht, als die Hauptsache der Erdthätigkeit anzunehmen, und Alles, was im Innern der Erde vor sich geht, ganz außer Acht zu lassen, sobald wir daraus keine Veränderung der Oberfläche wahrnehmen können. Diese Art der Auffassung ist schwerlich richtiger, als die eines Würmchens, das auf der Schale eines Apfels lebt und sich einbildet, daß der ganze Apfel und Alles, was in ihm vorgeht, nur existire um der Schale willen, die sein Wohnsitz ist.

Wir wollen es daher lieber offen gestehen, daß wir die wahren Gründe für jene gewaltsame Erschütterung und Vernichtung alles Daseins auf der Erdoberfläche nicht kennen und nur vermuthen, daß dieses zur Entwickelung des Erdlebens selber nothwendig gewesen sein muß, und bitten unsere Leser, sich mit diesem Bekenntniß so lange zu begnügen, bis man auf naturwissenschaftlichem sichern Wege zu besserer Einsicht gelangt sein wird.

Können wir aber auf die Frage, warum diese Zerstörung vor sich ging? nur mit Achselzucken antworten, so wissen wir doch auf die Frage: wie ging diese Zerstörung vor sich? schon etwas nähere Auskunft zu geben.

Es sprechen die meisten Forschungen der neuesten Zeit dafür, daß durch innere Erschütterung bedeutende Länderstrecken und Gebirge, die sich dort befanden, wo jetzt die heiße Zone der Erde ist, zusammenstürzten und in die hieraus entstandenen Vertiefungen das Wasser von den Polen der Erde her mit zerstörender Gewalt hineinströmte.

Hierauf deuten die meisten Spuren hin, welche die großen Felsgebirge von jener Wasserfluth an sich tragen. Wo große Felswände verschoben und zerbrochen sind, geht der Bruch zum größern Theil in der Richtung von den Polen nach dem Aequator der Erde, und als Zeugen, daß dem so war, befinden sich auf den Ebenen des mit den Fluthen aufgeschwemmten Landes große frei daliegende Felsblöcke, die offenbar dem Norden angehören, und die nur dadurch in unsere Gegenden herüber gekommen sein können über das viele Meilen weite Meer, daß die Felsblöcke in ungeheuern Eisschollen eingefroren lagen, welche dieselben auf den Gewässern bis weit ins Flachland hineintrugen, wo das Eis schmolz und die Felsen abgelagert worden sind.

XIV. Rückblick auf die vorweltlichen Umwälzungen der Erde.

Wir sind in unserm Thema nunmehr so weit gekommen, daß wir die Umwälzungen der vorweltlichen Zustände der Erde verlassen und wieder zur Umbildung der Erde, die noch jetzt stattfindet, gehen können. Wir wollen uns nur noch der Uebersicht halber einen Rückblick erlauben, indem wir hoffen, daß dadurch unsern Lesern eine Gesammtübersicht erleichtert werden wird.

Die Geschichte der Bildung der Erdoberfläche ist eigentlich nur ein kleiner Theil der Geschichte des Erdlebens; allein es ist selbst dieser kleine Theil noch nicht mit voller Sicherheit erforscht. Vom Innern der Erde wissen wir nur, daß daselbst ein hoher Grad von Hitze herrscht, daß aller Wahrscheinlichkeit nach alle Stoffe im Innern der Erde in geschmolzenem Zustande existiren. Ferner weiß man, was wir bereits einmal dem Publikum dargestellt haben*), wie viel die ganze Erdkugel wiegt, und dadurch hat man auch einen Einblick in die Dichtigkeit und in die ungefähre Massenvertheilung im Innern der Erde. Endlich sehen wir die Erde noch immer thätig und zwar hebt eine innere Kraft noch immer Theile der Oberfläche in die Höhe und senkt andere zur Tiefe, und zugleich strömt fortdauernd durch heiße Quellen und Vulkane eine Portion von Wärme aus dem Innern der Erde nach der Oberfläche. Da aber Beweise vorhanden sind, daß die Erde im Innern trotzdem in den letzten zweitausend Jahren nicht kälter geworden ist, so darf man schließen, daß durch chemische Thätigkeit im Innern der Erde gerade so viel Wärme neu erzeugt wird, als sie nach der Oberfläche sendet, und so eine Art Gleichgewicht statt-

*) Aus dem Reiche der Naturwissenschaft. Bd. I., 2te Abthlg.

findet, welches der Erde einen feststehenden Grad von Wärme verleiht.

Dies Wenige ist leider Alles, was man über das Innere der Erde mit einiger Sicherheit anzugeben weiß. Das, was man von der Bildung der Oberfläche der Erde anzunehmen berechtigt ist, besteht darin, daß zuerst eine harte Gesteinschale durch Erkalten der ehemals flüssigen Gesteine sich gebildet hat. Die innere Thätigkeit der Erde aber hat diese harte Schale an vielen Stellen durchbrochen, und hat die Gesteine stellenweise hoch emporgerichtet und so die hohen Gebirge gebildet, die die ältesten der Erde sind, und welche man mit Recht „Feuerbildungen" nennt.

Erst nachdem die Gesteinschale bis auf 80 Grad abgekühlt war, konnte sich das Wasser, das ehemals nur in der Luft schwebte, auf der Erde sammeln, und bei dieser Bildung des Wassers setzte sich eine neue Gesteinart ab, welche zur Schiefergattung gehört. Später lagerte das Wasser alle festen Theilchen, die in ihm enthalten waren und die es abspülte von den Bergen, nach und nach ab und es bildeten sich so Gesteinarten, die man „Wassergebilde" nennt, und zu welchen auch solche gezählt werden, die nicht vom Wasser selber mechanisch abgelagert, sondern von Thierchen, die im Wasser lebten, aufgespeichert wurden.

Während dieser, gewiß viele Millionen Jahre betragenden Zeit bildeten sich Pflanzen und Thiere aus, sowohl im Wasser wie auf dem Festlande der Erde. Allein nunmehr trat eine Umfluthung ein, welche den Gesammtzustand veränderte, die Trockniß unter Wasser setzte, den Meeresboden erhob und sogar Gebirgsfelsen von den Polen der Erde weit über's Meer nach dem Flachland führte, und mit dieser Zerstörung einer bereits vorhandenen Welt

schließt ein Zustand ab, den man den vorweltlichen nennt, indem nachher ein neuer Zustand sich herangebildet hat, der noch gegenwärtig fortdauert und den wir jetzt betrachten wollen, soweit er noch fortwährend vom Erdleben Zeugniß giebt, und soweit von ihm die langsam vor sich gehende Umbildung der Erdoberfläche und Erdgestalt abhängt.

Wir haben unsere Betrachtung des Erdlebens begonnen mit dem langsamen Verwittern und Zerfallen der Gebirge und dem Hinabrollen kleiner aufgelöster oder fortgespülter Theile hinab in den Meeresgrund. Wir haben gezeigt, welch' ein Kampf zwischen dem Meere und den Bergen besteht, und auf das Gleichgewicht hingewiesen, das zwischen der Alles gleichmachenden Wirkung des Wassers auf der Oberfläche der Erde und der stets Erhebungen und Senkungen veranlassenden Kraft des Feuers im Innern der Erde stattfindet. Wir wollen nunmehr etwas näher hierauf eingehen und zu schildern versuchen, wie und auf welche Weise ganze Länder jetzt auf einem Boden stehen, der nichts weiter ist, als solch' angespültes und angeschwommenes Land, das die Ströme des Regens, die Wellen der Ströme, das Anspülen des Meeres zusammen getragen hat und noch immerfort zusammenträgt und noch immer hier einen Boden dem Festland entreißt und dort neuen Boden dem Festland hinzufügt.

XV. Die gegenwärtige Umbildung der Erde.

Alle Bäche, alle Flüsse, alle Ströme der Erde sind in fortwährendem Laufe begriffen und doch werden sie nicht wasserleer; alle Gewässer ziehen in das Meer und doch

wird dieses nicht überfällt. Es rührt dies daher, daß das Wasser die Eigenschaft hat, zu verdunsten und sich mit der Luft zu vermischen, und daß die stets in Bewegung befindliche Luft den Wasserdunst über den trockenen Boden der Erde hinführt, und ihn als Nebel, als Wolke, als Regen oder Schnee oder Hagel wieder zurück auf die Erde fallen läßt.

Da die Ströme nur das Wasser zum Meere tragen, was ihnen von den Bergen und allen höher gelegenen Orten zufließt, und da die Berge wiederum diese Wassermassen nur aus der Luft empfangen, welche sie wiederum aus dem Meere entnimmt, so ist es eine unbezweifelte Thatsache, daß nur so viel Wasser nach dem Meere strömt, als früher verdunstet war, daß also die Verdunstung und die Wasserbildung sich immer das Gleichgewicht halten, und daß sich so ein Kreislauf herstellt, in welchem das Wasser aller Ströme dem Meere zueilt, und zwar sichtbar vor Aller Augen; in welchem aber, unsichtbar für das Auge, hoch über uns in der Luft, ein Zurückströmen des Wassers stattfindet.

Wir werden später noch sehen, wie Alles, was auf der Erde lebt, nur erhalten wird durch diesen Kreislauf des Wassers, wie dieser Kreislauf des Wassers nur erhalten wird durch die Kreisströmungen der Luft; wie diese Luftströmungen nur bestehen durch den täglichen Umlauf der Erde um ihre Axe, und die Alles belebende Kraft der Wärme erzeugenden Sonne; wir werden es später einmal in Betracht ziehen, wie Alles in der Natur in einem innigen Zusammenhange steht und jede einzelne Erscheinung nur ein vereinzeltes Glied aus einer großen Kette ist. — Für heute wollen wir nur darthun, wie die Verwandlung der Oberfläche der Erde, welche von den ewig strömenden Gewässern herrührt, mit in diesen

großen Kreis hineingehört und sicherlich so nothwendig zum Gesammtdasein ist, wie nur irgend eine andere großartige Erscheinung der Natur.

Das von allen Höhen zum Meere strömende Wasser löst und reißt kleine Theile von den höher gelegenen Theilen seines oft sehr langen Weges ab und senkt sie nieder in die Tiefen, über die der Weg dahin führt. Hierdurch entsteht eine Ausgleichung, ein Ebnen des Strombettes, das fort und fort weiter vorschreitet, so daß sie nach und nach alle Unebenheiten auf dem Boden der Ströme verlieren müssen. So lange der Strom in seinem Laufe ist, läßt er zwar die mitgerissenen kleinen Theile fester Erde, wie Sandkörner, Lehm, Thon, Mergel und Steingerölle langsam auf dem Boden des Strombettes niedersinken; aber die nachfolgenden Wasser spülen alle diese Massen immer weiter hinunter; nur dort, wo sich dem Strom ein Hinderniß in den Weg stellt, wo er also genöthigt ist, langsamer dahin zu ziehen, da findet eine größere Ablagerung der mitgerissenen festen Theile statt. Wo aber der Strom ins Meer hineintritt, da trifft er auf solch' ein Hinderniß seines Laufes; denn die Wasser des Meeres, die an den Mündungen der Flüsse nicht strömen, stellen sich ihrem Laufe entgegen. Der Strom wird, wenn er ins Meer gelangt ist, zum Stehen gebracht, und deshalb läßt er nach seinem Eintritt in das Meer alle seine festen Theile fallen und bildet sich so selber ein Hinderniß seines Weges.

Dieses Hinderniß, das sich immerfort vergrößert, wächst bald zu einem kleinen Berge unter dem Wasser an, und der Strom ist genöthigt, sich zu theilen und zu beiden Seiten des Berges seine Wasser mit dem des Meeres zu mischen. Mit der Zeit aber nimmt das Hinderniß immer mehr zu; es sammeln sich immer mehr und mehr

feste Theilchen und lagern sich an dem Berge ab, bis endlich der Berg heranwächst und so hoch wird, daß er bis an die Oberfläche des Wassers hervorragt. — Schwillt nun der Strom zuweilen an und erhebt sich über diesen Berg, so lagert er, während er darüber hinfließt, noch mehr Theilchen auf demselben ab, der Berg wächst also durch den angeschwollenen Strom noch mehr, und wenn nach einiger Zeit der Strom fällt, so ragt an seiner Mündung der Berg über die Fläche des Wassers hinaus und es ist Land entstanden, aus all' den kleinen Theilchen, die das Wasser mit sich führte; und der Strom ist meist genöthigt, in zwei Armen um dies neue Land herum ins Meer zu fließen.

Dieses neue entstandene Land wächst nun langsam immer mehr und mehr, und wird unter günstigen Umständen zu einer weiten Ebene, wo Pflanzen und Waldungen entstehen und Dörfer und Städte errichtet werden können. Je mehr aber das Land wächst, desto mehr muß sich der Strom theilen, und je mehr dies geschieht, desto weiter wächst das Land stromaufwärts zwischen die Arme des Stromes hinein.

Das ist die Art, wie ein neues Land an den Strommündungen entsteht.

XVI. Die Delta- und Dünenbildung.

Man nennt die oben bezeichnete Art, wie durch einen Strom sich neues Land bildet, wo derselbe in das Meer fließt, die Delta-Bildung, weil das Gebiet meist die Form des griechischen Buchstaben Delta hat. Die berühmteste Delta-Bildung ist die des Nil-Thales in Aegypten. Ja ganz Unter-Aegypten ist in der bezeich-

neten Weise entstanden, und die Betrachtung dieses Landes und seines Stromes ist darum so lehrreich geworden, weil man mit Sicherheit die Veränderungen kennt, welchen das Land seit dem Alterthum unterworfen ist, und mit ziemlicher Genauigkeit angeben kann, wie dieses Land sich noch fernerhin verändern wird.

Obwohl nun kein anderer Fluß solche große Massen fester Theile alljährlich mit sich führt und ablagert als der Nil, so haben sie doch alle insofern mit demselben Aehnlichkeit, als sie in gleicher Weise Land bilden, wenn sie auch hierzu bedeutend längere Zeit brauchen. Nicht immer indessen nimmt das neu gebildete Land die Form des Delta an, öfter begünstigen die örtlichen Verhältnisse die Bildung von Dünen und diese wachsen dann zu großen Strecken heran, die nach und nach Länder bilden und das Meer zurückdrängen von dem Gebiet, wo es ehedem geherrscht hat.

Das ganze Flachland Norddeutschlands ist in ähnlicher Weise entstanden; und noch immer wirken dieselben Kräfte und bilden noch immer neues Land. Die Oder und die Weichsel haben ähnlich dem Nil Delta's gebildet. Beide Flüsse schwellen von Zeit zu Zeit an und treten aus ihrem Bette, die Umgegend überschwemmend, auf welcher sie stets feste Massen zurücklassen. Namentlich führt die Weichsel eine so große Masse von erdigen Theilen mit sich und lagert diese in der Nähe ihrer Mündung so stark ab, daß der Fluß dem Versanden nahe ist. Die Mündungen der Donau, die jetzt politisch von so großer Bedeutung sind, haben in den wenig Jahren, seitdem Rußland die Verpflichtung übernommen, sie offen zu halten, so sehr an Versandung und Verschlammung gelitten, daß man Grund hat zu vermuthen, daß Rußland mit Vorsatz die Donau dem Untergange preis giebt,

um diesen Weg zum Meere völlig zu verschließen. Währt dieser Zustand fort, so wird dies zuverlässig der Fall sein, indem immer neu sich ansetzendes Land den Strom verflacht und endlich unfahrbar macht. In gleicher Weise geschah dies von allen Strömen, die sich ins Meer ergießen; allenthalben haben sie neues Land angebaut und dadurch ihren eigenen Eintritt ins Meer verändert; und weil dies seit ungeheurer Zeit der Fall war, sind hierdurch Veränderungen der Erdoberfläche entstanden, durch welche an den Küsten das Land wuchs und das Meer weit zurücktrat.

Aber auch das Meer ist unausgesetzt thätig, einerseits Land abzureißen und andererseits Land anzuschwemmen. Die Ufer des Meeres sind in fortwährender Veränderung begriffen und verändern langsam die Grenzen des festen Bodens und der Wasserfläche. Die Fluth trägt oft einem Stück Land bedeutende Massen erdiger Theile zu und läßt sie auf demselben zurück, während sie auf andern Orten viel erdige Theile abspült und beim Abfluß während der Ebbe mit sich fortführt. Die Wellen, die an das Ufer des Landes anprallen und Brandungen genannt werden, höhlen oft streckenweise Felsen, namentlich Sandsteinfelsen aus und untergraben das Festland, daß es dereinst zusammen und in's Meer stürzen muß. Stellenweise ist dies an den Küsten Englands der Fall, Ostfriesland und Holland sind hierdurch einer fortwährend langsam vor sich gehenden Veränderung ihrer Küsten ausgesetzt, und die Insel Helgoland ist so offenbar dem Angriff der Brandungen ausgesetzt, daß man den vollständigen Untergang derselben mit Sicherheit voraussagen kann.

Es leben an den meisten Meeres-Ufern Deutschlands Sagen im Munde des Volkes von Städten und Ländern,

die dereinst dort gestanden haben, wo jetzt das Meer herrscht. Zu diesen Sagen hat sicherlich die Beobachtung Veranlassung gegeben, daß das Meer stellenweise das Ufer zerstört und das Land bedeckt. Sicherer aber als durch diese Sagen ist es festgestellt durch die Wissenschaft, daß dort, wo jetzt Flachland Norddeutschlands ist, dereinst das Meer geherrscht hat, und daß all dies Land langsam angespült oder angeschwemmt worden ist.

Nennt man daher die Veränderung der Oberfläche der Erde, welche wir als die Wirkung der plötzlichen Wasserfluthen bezeichnet haben, die Aufschwemmung eines Landes, so wird die noch jetzt existirende und stets vor sich gehende Veränderung der Erdoberfläche durch den Lauf der Flüsse, die Bewegungen des Meeres und die Strömungen und Wendungen seiner Gewässer mit dem Namen die Anschwemmung neuen Landes bezeichnet.

Und in diese Zeit, die Zeit der Anschwemmungen, fällt die Geschichte der Entstehung des Menschengeschlechts, denn nur in den Tiefen angeschwemmter Länder entdeckt man Spuren menschlicher Körper und Reste menschlicher Thätigkeit.

XVII. Wie alt ist der gegenwärtige Zustand der Erde?

Nachdem wir so die Veränderungen der Erdoberfläche in flüchtigem Umriß dargelegt haben, wollen wir für jetzt eine Frage beantworten, die sicherlich schon vielen unserer Leser nahe getreten ist. Es ist die Frage über das Alter der Erde oder mindestens über die Zeitdauer der einzelnen Zustände, die wir hier angeführt haben.

Die Antwort auf diese Frage ist durchweg sehr unbestimmt, gleichwohl wollen wir den kleinsten Theil der Frage so weit zu beantworten suchen, als Männer der strengsten Forschung sich Antworten hierauf erlaubt haben.

Es ist eine Thatsache, von der sich Jeder selbst überzeugen kann, daß all' die Unterschiede, die wir zwischen festen, flüssigen und luftförmigen Körpern machen, nur wirklich existiren bei einem bestimmten Grad der Wärme, daß aber, sobald die Wärme sich ändert, auch der Zustand der Körper ganz anders wird.

Diejenigen Menschen, die in heißen Ländern geboren sind, wo es niemals friert, die können sich keine Vorstellung davon machen, daß aus Wasser ein fester Körper werden kann; wir dagegen wissen aus Erfahrung, daß, wenn man dem Wasser Wärme entzieht, es zu Eis wird, also zu einem harten Körper, der alle Eigenschaften fester Körper an sich und alle Eigenschaften flüssiger Körper verloren hat. Denken wir uns wieder Wesen, die nur in solchen Gegenden leben, wo es Jahr aus Jahr ein friert, so werden sie, wenn sie noch keine andere Erfahrung gemacht haben, es nicht begreifen, daß Eis, dieser starre feste Körper, jemals flüssig sein kann. Wasser ist also unter dem Gefrierpunkt ein fester Köper, über dem Gefrierpunkt ein flüssiger Körper. Erhitzt man aber gar Wasser bis zu 80 Grad, so wird daraus ein luftförmiger Körper, ein Gas, welches, so lange es in dem heißen Zustande verbleibt, alle Eigenschaften der gasförmigen Körper besitzt.

Man hat es aber durch die Erfahrung erlernt, daß es mit allen Körpern so geht wie mit dem Wasser. Man kann Metalle so lange erhitzen, bis sie flüssig werden, und sie bei weiterer Erhitzung sogar in Dampf verwandeln. Es unterliegt eben so gar keinem Zweifel, daß

man Gase durch Kälte oder Zusammenpressen tropfbar flüssig machen und diese Flüssigkeit in noch höherer Kälte zum Gefrieren, das heißt zum Fest- und Hartwerden, bringen kann.

Wer dies einsieht, der wird sich leicht die Vorstellung machen können, daß alles Festwerden auf der Erde nur von dem wachsenden Grade der Kälte herrührt, die im Weltraume herrscht. Gelangte die Erde einmal in einen Weltraum, der einen sehr hohen Grad von Wärme besitzt, oder würde die innere Wärme der Erde durch irgend einen Umstand sich in hohem Maße steigern, so würden alle festen Körper flüssig, alle flüssigen Körper luftförmig werden, ja, die ganze Erde würde sich in Gas verwandeln und sich dabei ausdehnen und einen viel tausendmal größern Raum einnehmend durch den Weltraum wandeln.

Alle Naturforscher hegen die Vermuthung, daß wirklich die Erde dereinst solch ein ungeheurer luftförmiger Körper gewesen sei, daß sie erst nach und nach durch Erkalten im Weltraum zu einem feurigen flüssigen Körper von geringerem Umfange geworden sei, und daß dann erst die Zeit eintrat, wo durch weitere Abkühlung die obere Rinde erstarrte und eine feste Hülle über dem noch flüssigen Kern sich bildete, wie wir dies bereits angeführt haben.

Fragt man nun nach dem Alter der Erde, so hat man auch nicht den geringsten Maßstab dafür, wie lange Zeit sie wohl im gasförmigen Zustande existirt haben mag. Eben so wenig weiß man Etwas anzugeben, wie lange die Erde in feurig-flüssigem Zustande zugebracht habe; dahingegen hat man schon einigen Anhalt über die Dauer der Zeit, welche das Erkalten und Erstarren der Rinde gebraucht haben mag, und darf schon von einigen Vermu-

thungen über die Zeit sprechen, in welcher das Wasser die Gesteine ansammelte, feste Erdschichten aufschwemmte und ganze Landstrecken anschwemmte.

Alle diese Angaben sind zwar außerordentlich unsicher und haben nur das Recht, als entfernte Vermuthungen angesehen zu werden; wir wollen sie jedoch als solche unsern Lesern nunmehr vorführen.

XVIII. Wie lange Zeit brauchte die Erdrinde, um zu erkalten?

Man hat Versuche über die Abkühlung großer Gesteinmassen gemacht, um einigermaßen die Zeit der Abkühlung zu bestimmen, welche die Erde brauchte, um eine 25 Meilen dicke Schicht zu erhalten; allein es schreitet die Abkühlung der Massen, je größer sie sind, desto langsamer fort, und es hängt die Abkühlung so enge mit der Fähigkeit der Massen ab, die Wärme zu leiten, daß man jeden künstlichen Versuch dieser Art vergeblich nennen mag. — Indessen bietet die Natur selbst die Gelegenheit dar, die außerordentlich langsame Abkühlung großer heißer Gesteinmassen zu beobachten.

Die Vulkane, wenn sich in ihnen ein Weg gebahnt hat aus dem Innern der heißen Erde nach außen hin, speien unter Krachen und Tosen Rauchsäulen, Flammen und Aschenregen aus und das Ende dieser furchtbaren Naturerscheinung ist gemeinhin, daß aus irgend einer Spalte des feuerspeienden Berges oder über den niedrigsten Stand des Kraters ein Strom geschmolzenen Gesteins sich ergießt, der aus dem Innern der Erde emporquillt und lange Strecken hin in's Thal des Berges fließt.

Wenn dieser feurige Strom erkaltet, so wird er zu

Stein, den man Lava nennt, und eine Untersuchung der Lava in neuerer Zeit hat ergeben, daß sie aus denselben Gesteinarten besteht, die die harte Rinde um die Erde bilden. Die Verschiedenheit der Lava hängt von der Verschiedenheit ihrer Erkaltung ab. So werden kleine Massen, die außerordentlich schnell erkalten, zu dem schwammartig gebauten Bimsstein, während langsamer abkühlende Massen festeres Gefüge annehmen.

Wo aber Lava in großen Strömen sich ergossen hat, und in irgend einer Vertiefung des Thales in dicker Lage vorhanden ist, da hat man gute Gelegenheit, die außerordentlich lange Zeit zu beobachten, die es dauert, bevor auch nur die Lava bis in eine Tiefe von zwei Fuß erstarrt.

Der Reisende, der diese Stätten lange Jahre nach dem Ausbruche des Vesuvs bei Neapel besucht, wird durch den kundigen Führer überrascht, der seinen Stock hineinbohrt in die Lava, auf welcher man herumwandelt und ihn nach einiger Zeit verkohlt wieder herauszieht. — Lava, die zehn Jahre lag, von oben vollkommen erstarrt war und nicht im Mindesten verrieth, daß sie inwendig noch heiß ist, fing zu fließen an, als man den Rand abstach, so daß es sich ergab, wie sie in einer Tiefe von fünf Fuß noch vollkommen flüssig war. Man hat ferner die Bemerkung gemacht, daß zwanzig Jahre nach dem Austritt aus dem Innern der Erde die Lava noch Dämpfe verbreitete, was offenbar von dem hohen Grade der Hitze zeugt, die im Innern der Lavalage herrscht, selbst wenn sie von außen vollkommen die natürliche Wärme der Luft angenommen hatte.

Obwohl man nun noch nicht das Gesetz genauer hat bestimmen können, wie langsam die Abkühlung solcher großen Massen vor sich geht, so hat man doch den einen

Schluß daraus gezogen, daß eine Lage von 25 Meilen eine ungeheure große Reihe von Jahrmillionen gebraucht haben muß, um so weit zu erkalten, daß sie von dem flüssigen Zustande in den festen übergehen konnte.

Dies ist freilich eine sehr unbestimmte Vorstellung, die man sich von der Zeit der Abkühlung der Erde zu machen hat, oder von der Zeit, in welcher sich die feste Rinde bildete von den Gesteinen, die man die Feuerbildungen nennt. — Eine etwas bestimmtere Zahl weiß man schon von der Zeit anzugeben, wo sich Gesteinmassen unter dem Wasser gebildet haben mögen.

Wir haben es bereits erwähnt, daß das Land, wo die häufigsten Anschwemmungen stattfinden, Aegypten ist, und dieses Land kennt man schon seit Jahrtausenden, indem man Schriften besitzt, die über dasselbe Aufschluß gaben, aus der Zeit des hohen Menschenalterthums. Zugleich besitzt Aegypten Baudenkmäler, deren Erbauungszeit ziemlich sicher anzugeben ist, und es haben daher Naturforscher zu ermitteln gesucht, um wie viel der Boden Aegyptens, durch die Ablagerungen von Erdtheilchen, die der Nil alljährlich mit sich führt, höher geworden ist seit jener Erbauungszeit der Denkmäler. Die Untersuchung hat ergeben, daß es an sechsunddreißigtausend Jahre dauert, bevor der Boden durch Wasserablagerungen nur hundert Fuß höher wird, und wenn dieses einen Schluß auf die Wassergebilde, die eine Gesteinschale um die Erde bilden, zuläßt, so hat es an zehn Millionen Jahre gedauert, bis diese zu der Mächtigkeit anwuchsen, die man jetzt findet.

XIX. Geschehen diese Veränderungen der Erde zufällig oder planmäßig?

Mit dem thatsächlichen Theile unseres Thema's sind wir insoweit zu Ende, daß wir zum Schlusse kommen können. Wir müssen jedoch, bevor wir zu einem andern Gebiete der Naturwissenschaft übergehen, die Aufmerksamkeit unserer Leser noch für einige wichtige Fragen und ernste Betrachtungen in Anspruch nehmen.

Die erste Frage, die man sich vorzulegen hat, ist wohl die: hat man sich die Reihe der Veränderungen, die mit der Erde vorgingen und vorgehen, wirklich als ein Leben der Erde vorzustellen, also eine Entwickelung, welche fortschreitet nach bestimmtem Plan und Gesetz, oder sind diese Veränderungen rein zufälliger Natur? Hat man in der Zukunft noch eine regelmäßig vor sich gehende Veränderung der Erde zu erwarten, oder steht eine plötzliche unberechenbare und nicht im Plan der bisherigen Geschichte der Erde liegende Umwälzung derselben, sei es in naher, sei es in später Zeit, bevor?

Diese Frage ist auf dem strengen Wege der Naturforschung noch nicht zu beantworten. Wir sind im Ganzen noch viel zu wenig in das wirkliche Wesen der Erde und die Geschichte derselben eingedrungen, um die Entscheidung dieser Frage mit den erforderlichen Beweisen zu belegen. Aber es haben die Naturforscher neuester Zeit aus gegründeten Vermuthungen den Schluß gezogen, daß in den Veränderungen, die mit der Erde vorgingen, eine Entwickelung und zwar eine regelmäßig vor sich gehende Entwickelung liegt, und dadurch ist man auf ganz andere Vorstellungen von der Natur gekommen, als man in früherer Zeit annahm.

Sonst nahm man das Pflanzenreich und Thierreich als das Lebende in der Natur an, und betrachtete das

Erd- und Gesteinreich als den todten Theil der Natur; gegenwärtig jedoch greift die Ansicht immer mehr Platz, daß in der Natur nichts todt sei, daß alles lebe, und daß nur die Art des Lebens verschieden sei für den ganzen Himmelskörper, für den in ihm sich befindenden Stein, für die auf ihm wachsende Pflanze, für das unter den Pflanzen herumwandelnde Thier und für das über die Thiere geistig hervorragende vernunftbegabte Wesen. Man nimmt jetzt eine Stufenreihe des Lebens an, die fortschreitet und in welcher die Stoffe der Natur nur wechseln, um nach und nach alle Stufen des Lebens durchzumachen und dann wieder zu einem andern Grad des Lebens überzugehen. Wenn dem so ist, so kann man das ganze Dasein der Erde ein lebendiges nennen, und das, was man im gewöhnlichen Sinne Lebendiges auf ihr findet, nur als Erscheinung des Erdlebens selber ansehen.

Wir haben bereits angeführt, daß es ein Zeichen des Lebens der Erde ist, wenn aus ihr durch heiße Quellen und Vulkane fort und fort Wärme ausströmt, und sie seit zweitausend Jahren nicht kälter geworden ist, weil sich in ihr wieder Wärme erzeugt; wir haben bereits erwähnt, wie es ein Zeichen des Lebens ist, wenn das Feuer im Innern der Erde, das Berge aufthürmt, gerade der Wirkung des Wassers, das die Berge alle ebnet, entgegenarbeitet; wie die Luft, die ewig das Wasser im Kreise umhertreibt, es als Dunst in die Höhe aufnimmt, als Wolke, als Nebel, als Regen, als Schnee oder Hagel wieder fallen läßt, eine Arbeit des Lebens verrichtet, ohne welche alles, was man sonst Leben nennt, unmöglich wäre. — Ist dem aber also, so hat man das Recht, die Erde sich in fortwährender Thätigkeit eines Gesammtlebens vorzustellen, in welchem das Einzelleben nur eine einzelne Erscheinung aus der Gesammtheit ist.

Man wird in dieser Vorstellung noch mehr bestärkt, wenn man sieht, daß es nicht ein bloßer Zufall ist, daß die Erde im Innern einen feurigen Strom hat, daß dieser von einer harten Gesteinschale umgeben ist, daß diese vom Wasser umspült und daß das Wasser und das Land wieder von einem Luftmeer umhüllt ist, welches das stets in die Tiefe sinkende Wasser nöthigt, stets in die Höhe zu steigen, die Berge zu bespülen und zu vernichten, um dem Berge bildenden Feuer im Innern der Erde entgegen zu arbeiten. Es kann dies, sagen wir, nicht zufällig auf der Erde so sein, wenn man bemerkt, daß es eben so auf andern Planeten der Fall ist.

Auf dem Planeten Venus haben die Astronomen Beer und Mädler Berge entdeckt, durch welche man die Umdrehung dieses Planeten um seine Axe zu nahe 24 Stunden zu bestimmen vermochte. — Auf dem Planeten Mars sieht man Flecken, die unzweifelhaft von Meeren herrühren, und man gewahrt an den Polen dieses Planeten große hellleuchtende Eismassen, die sich ansammeln an dem Pol in der Zeit, wo daselbst Winter ist, während sie zusammenschmelzen zur dortigen Sommerzeit. — Auf dem Jupiter sieht man sehr deutlich Wolken zu beiden Seiten des Aequators, die unsern Passatregen entsprechen. All' das sind Beweise, daß fast gleiche Umstände, wie sie auf der Erde herrschen, auch auf anderen Planeten stattfinden; ist dem aber so, so liegt ein inneres Gesetz dem allen zu Grunde, das in der Natur der Planeten wirksam ist und das demnach mit zum Dasein, zum Leben der Planeten gehören muß.

XX. Haben wir noch eine Umwälzung der Erde zu erwarten?

Noch größere Wahrscheinlichkeit gewinnt die Annahme, daß der Zustand der Erde ein wirklich entwickelter fortschreitender und also auch den Charakter des Lebens an sich tragender ist, durch folgenden Umstand.

Vor Allem steht es fest, daß nach und nach mit der Entwicklung der Erdschichten auch eine Entwicklung der Thier- und Pflanzenwelt stattgefunden hat, und zwar eine Entwicklung von niedrigen Gattungen zu höhern. In den Versteinerungen, die man in der Erde auffindet, spricht sich dies sehr deutlich und unumstößlich aus. Die ältesten Ueberreste von Pflanzen und Thieren zeigen uns, daß zuerst Pflanzen der untersten Gattung vom einfachsten Bau existirten, daß die ältesten Thiere die unausgebildetsten waren, die wie z. B. die Polypen, nur pflanzenartig leben. Je jünger die Erdschichten sind, die man untersucht, desto entwickelter und vollkommener werden die Pflanzen und die Thiere; bis man endlich in der jüngsten Erdschicht die Spuren findet, daß der Mensch, das vollkommenste der lebenden Geschöpfe, ein Bewohner der Erde wird. Der fortschreitende Charakter der Pflanzenwelt und Thierwelt seit der ältesten Zeit bis auf die Gegenwart ist so unzweifelhaft in den Ueberresten ausgeprägt, daß kein einsichtiger Mensch mehr zweifelt, daß hier wirklich ein Fortschritt vom einfachsten und unausgebildetsten Organismen zu vielfältigern und ausgebildetern stattgefunden hat. Nun aber hält dieser Fortschritt genau mit den Veränderungen des Zustandes der Erde Schritt, eine höhere Pflanzengattung, eine höhere Thiergattung tritt immer erst auf, nachdem eine weitere Veränderung mit der Erde vor sich gegangen ist. Man sieht, daß die Erde mit jeder neuen Epoche erst immer die

Fähigkeit erhielt, neue und ausgebildetere lebende Wesen aus sich zu entwickeln oder, wenn man will, auf sich zu erhalten. Jedenfalls geht hieraus hervor, daß die Veränderungen der Erde mit dem Leben auf der Erde im engsten Zusammenhange stehen und daß ein Fortschreiten und eine immer höhere Ausbildung der Pflanzen- und Thierwelt auch genau mit einer Fortschreitung und einer höhern Ausbildung der Erde selber Hand in Hand geht. Dies aber ist ganz und gar der Charakter des Lebens, eine Veränderung, die zugleich eine Entwickelung ist aus einem unausgebildeten Zustand in einen höhern und vollendetern.

Freilich drängt sich hiernach die Frage auf: wenn all' die bisherigen Veränderungen der Erde eine stufenweise Entwickelung ihres Lebens waren, wird diese Entwickelung nicht auch weiter gehen? Darf man annehmen, daß die jetzige Thier- und Pflanzenwelt die vollendetste ist, wenn man sieht, daß sie erst nach und nach sich entwickelt hat, und also gar nicht zu vermuthen steht, daß sie sich nicht noch weiter entwickeln kann? Der Mensch ist in jetziger Zeit das vollendetste der Geschöpfe auf Erden. Es hat aber ein Zeit gegeben, wo noch keine Menschen auf Erden lebten, und damals waren ohne Zweifel die Affen die geistig reichsten Geschöpfe; ist es nicht wahrscheinlich, daß dereinst, wenn auch erst nach vielen Jahrtausenden oder Jahrmillionen neue und zwar höhere Geschöpfe auf Erden leben, gegen welche das Menschengeschlecht der Jetztzeit so tief steht, wie etwa das Affengeschlecht gegenüber dem jetzigen Menschengeschlecht?

Auf diese, sicherlich sehr ernste und wichtige Frage, weiß die Naturwissenschaft keine sichere Antwort zu geben. Wir wissen nur zwei Dinge, die zu einem Schluß über diese Frage Berechtigung geben.

Erstens haben sich die Naturforscher unendliche Mühe gegeben, um auszuspüren, ob die Erde noch jetzt irgendwie neue Geschöpfe hervorbringt, und dies ist durchaus nicht gelungen, nachzuweisen. Eine Zeitlang glaubte man, daß die Infusorien, die außerordentlich kleinen Thierchen, die millionen- und millionenfach entstehen, wenn man Pflanzen mit Wasser übergießt und diesen Aufguß einige Tage stehen läßt, neue Geschöpfe sind, die ohne Zeugung, ohne Eltern neu entstehen, und wirklich nahm man dies als einen Beweis der noch existirenden Schöpferkraft an. Indessen hat der fleißigste Beobachter der Infusorien, Professor Ehrenberg in Berlin, diese Annahme als Irrthum nachgewiesen. Es steht jetzt fest, daß diese Geschöpfe nicht neu aus faulenden Pflanzenstoffen entstehen, sondern daß sie sich aus Eiern entwickeln, die auf den Pflanzen und in dem Wasser in großer Zahl vorhanden sind. — Jedenfalls ist es eine unbestreitbare Thatsache, daß irgend eine noch jetzt thätige Schöpferkraft der Erde, die neue Geschöpfe hervorbringt, nirgends hat nachgewiesen werden können.

Entwickelt sich aber dennoch die Erde und soll sie dennoch höhere Gattungen von Geschöpfen hervorbringen, als der Mensch jetzt ist, so dürfen wir zweitens nicht vergessen, daß der Mensch selber noch unendlich höherer geistiger Entwicklung fähig ist und daß seine geistige Entwicklung wirklich fortschreitet, daß es also gerade nicht neuer Geschöpfe bedarf, um höhere Wesen zu erzeugen. Bei dem natürlichen Triebe des Menschengeschlechts, sich geistig weiter und weiter heranzubilden, bei dem unbesiegbaren Streben, die Erkenntniß zu bereichern, das Gebiet des Forschens und Schaffens stets zu erweitern, ist mindestens nicht nothwendig anzunehmen, daß eine neue Gattung Geschöpfe zu entstehen braucht, die einen Fort-

schritt gegenüber der Menschheit bildet. Der Fortschritt lebt vorerst gewaltig in der Menschheit, die Wissenschaft kehrt nicht um und die Zukunft gehört vorerst der vorwärts strebenden Menschheit an.

XXI. Ist eine einstmalige Rückbildung der Erde denkbar?

Wir haben noch eine der wichtigsten Fragen in Betreff des Erdlebens zu beantworten.

Wenn es ausgemacht ist, daß die Erde ehedem einen ganz andern Zustand hatte, wenn es wahr ist, daß sie dereinst vor vielen Jahrmillionen nur eine ungeheure gasförmige Kugel war, die nach und nach sich verdichtete, und feurig-flüssig wurde, bis ihre Oberfläche sich abkühlte und eine harte Gesteinrinde bildete, auf welcher wir und mit uns die Thier- und Pflanzenwelt die Wohnstätte haben; so fragt es sich, ob sie nicht dereinst wieder in jenen Urzustand zurückkehren wird?

Eine natürliche Logik sagt uns, daß Alles, was mit der Zeit entsteht, auch mit der Zeit vergeht, daß ein Ding, welches nicht von Ewigkeit her immer dieselbe unveränderliche Gestalt gehabt hat, auch nicht in die Ewigkeit hin seine Gestalt unverändert beibehalten wird. Aber wenn wir auch dieser Logik nicht trauen wollten, so lehrt uns doch die Erfahrung, daß in allen Dingen des Daseins ein Kreislauf der Veränderungen stattfindet, daß die Pflanzen aus Urstoffen entstehen, daß die Thierwelt den Stoff ihres Leibes aus den Pflanzen entnehme, daß aber der Thierkörper wieder zerfällt und seine Stoffe wieder zu Urstoffen und deren einfachen Verbindungen wer-

den. Hiernach also fragt es sich mit Recht: wird nicht einst die Erde, die, „ein Tropfen am Eimer'', eben nur ein geringes Glied in der unendlich großen Familie des Weltalls ist, wird sie nicht einst in den Urzustand zurückkehren, in welchem sie dereinst gewesen ist? Wird nicht wieder eine Rückbildung der Erde stattfinden, wie einst eine Entwicklung und Bildung derselben stattgefunden hat?

Will man auf diese Frage eine Antwort geben und hierbei sich nicht von Gefühlen und Phantasien, sondern von den Spuren leiten lassen, die die bisherige Naturforschung bietet, so muß man seinen Blick aufwärts zum Himmelsraum wenden, woselbst die andern Weltkörper ihr Licht als ein Zeichen ihres Daseins zu uns herabsenden. Die Erde, ein kleines Glied dieser unendlichen Weltfamilie, hat sicherlich unter einer so unendlich großen Zahl von Himmelskörpern viele, die ein gleiches Schicksal mit ihr theilen, und da schwerlich alle Himmelskörper gleichen Alters mit ihr und untereinander sind, so ist es wohl möglich, daß wir unter den Sternen viele erblicken werden, die auf verschiedenen Stufen ihrer Entwicklung begriffen sind, und auch vielleicht einige entdecken, die auf eine Rückbildung oder Auflösung von Himmelskörpern schließen lassen.

Die nächsten Sterne, auf die wir hier zu blicken haben, sind ohne allen Zweifel die Planeten, die, wie wir bereits angeführt haben, in der Bildung ihrer Oberfläche viel Aehnlichkeit mit der Erde besitzen; allein bisher sind alle Untersuchungen darüber, ob schon einmal Planeten vorhanden waren, die sich wiederum aufgelöst haben, oder ob die jetzt existirenden Planeten Spuren ihrer Auflösung zeigen, vergeblich gewesen. — Noch vor Kurzem nahm man meisthin an, daß die kleinen Planeten, die zwischen

Mars und Jupiter ihren Umkreis um die Sonne nehmen, nur Bruchstücke eines zerstörten großen Planeten seien, der durch äußere oder innere Veranlassung zersprengt worden ist. Man hätte also hier wohl ein Beispiel des Untergangs eines Himmelskörpers, welcher ohne Zerstörung alles Lebens auf demselben nicht vor sich gehen konnte. — Allein in neuerer Zeit ist man mit Recht von der ganzen Vorstellung zurückgekommen, daß die kleinen Planeten Bruchstücke eines größern seien. Schon vor dem Jahre 1845, bis wohin man nur die in diesem Jahrhundert entdeckten vier kleinen Planeten kannte, vermochte man nicht einzusehen, woher die große Verschiedenheit der Bahnen der kleinen Planeten stammen sollte, wenn sie die auseinander gesprengten Bruchstücke Eines Planeten wären; seit dieser Zeit aber, also in den letzten neun Jahren, wo noch viel neue kleine Planeten in dieser Himmelsgegend entdeckt worden sind, ist die Möglichkeit, daß sie Bruchstücke eines einzigen Himmelskörpers seien, ganz und gar geschwunden; ihre Entfernungen von der Sonne weichen so außerordentlich stark von einander ab, daß man gegenwärtig jeden Gedanken aufgeben muß, in den kleinen Planeten Reste eines zerstörten größern Planeten zu sehen, und nur annehmen kann, daß sich hier ursprünglich aus unbekannten Ursachen statt eines großen Planeten eine große Reihe einzelner kleiner Planeten gebildet habe.

Außer diesem Ra m aber, wo die kleinen Planeten ihre Bahnen haben, giebt es im Planetensystem, vom Merkur, der der Sonne am nächsten ist, bis zum Neptun, dem der Sonne fernsten Planeten, keinen Platz, wo man Spuren eines untergegangenen Planeten zu suchen hat, und man kann sich daher nur in der Welt der Kometen und im Reich der Fixsterne umthun, um zu sehen, ob

dort Spuren des Entstehens und Vergehens vorhanden sind.

Dies wollen wir, unser Thema beschließend, in den nächsten Abschnitten vornehmen.

XXII. Veränderungen, die man an den Kometen beobachtet.

Wenn sich irgend wie unter den Körpern des Himmelsraumes solche finden, die Veränderungen an sich tragen, welche man für Zeichen des Entstehens und Vergehens halten könnte, so sind es die Kometen.

Ihre Masse ist so wenig dicht, daß sie vollkommen durchsichtig sind; man sieht die schwächsten Sterne, vor denen Kometen vorübergehen, ganz so deutlich, als wären die Kometen nicht vorhanden. Dabei verändert sich die ganze Gestalt des Kometen, je mehr er sich der Sonne nähert. Die Masse lockert sich noch mehr auf und nimmt eine längliche Gestalt an, wobei sich oft Schweife von ungeheurer Länge ausbilden, von denen einer meist nach der Sonne hin und der andere von der Sonne abgewandt sich zeigt. Ferner hat man in Kometen eine Art Aufflackern, ein Wallen des Lichtes, ein Strahlenschießen bemerkt, das augenblicklich viele tausend Meilen weit geht und die ganze Gestalt des Kometen höchst veränderlich zeigt. Endlich hat man beobachtet, daß Kometen von langer Umlaufszeit, wie der Halley'sche, der in siebzig Jahren sein Bahn vollendet und den sicherlich viele unserer Leser im Jahre 1835 gesehen haben werden, bei ihrem Wiedererscheinen kleiner geworden seien, als sie zuvor erschienen sind.

Diese Umstände, zu denen noch andere hinzukommen,

haben Viele veranlaßt anzunehmen, daß die Kometen aus dem Stoffe entstehen, den man den Urstoff der Weltkörper nennt, der sich luftartig ausdehnt, der sich aber unter Umständen verdichten und dabei flüssig feurig, und dessen Oberfläche sodann durch Erkalten hart werden und eine feste Schale erhalten kann, gleich der, welche die Erde jetzt hat. Von dieser Voraussetzung ausgehend, haben daher Viele in den Veränderungen der Kometen die Zeichen eines Dichterwerdens, also den Anfang eines Entstehens von festern Himmelskörpern, Viele wieder gerade ein Zeichen der Auflösung von Himmelskörpern darin gesehen, so daß die Kometen zumeist die Gegenstände wurden, mit denen die Phantasie ihr vielgestaltiges Spiel am leichtesten treiben konnte.

Wissenschaftlich indessen hat sich von all' dem noch nichts feststellen lassen. Im Gegentheil ist es mit vollster Zuversicht erwiesen worden, daß die Kometenmasse nicht luftförmig ist, weil sie keine Brechung des Lichtes veranlaßt, was bei luftförmigen Massen der Fall ist und sein muß. Die Veränderungen, die sich in Kometen zeigen, sobald sie der Sonne näher kommen, haben den scharfsinnigsten der Naturforscher, Bessel, zu dem Resultat geführt, daß dies eine Art Polarität der Materie sei, auf welche die Sonne theils eine Anziehung, theils eine Abstoßung ausübt; und das Kleinerwerden, das man an Kometen beobachtet haben will, das bald als ein Zeichen der Verdichtung, also der eigentlichen Heranbildung angesehen wurde, hat sich zum großen Theil als eine Täuschung der Sinne ergeben, und nur von der Stellung herrührend, welche die Erde zufällig zum längsten Durchmesser der Kometen eingenommen hatte.

Der so natürliche Wunsch der Menschen, die Natur in ihrer Werkstatt zu belauschen und ihr Werden oder ihr

Vergehen mit eignem Auge zu beobachten, hat oft viele selbst verdienstvolle Naturforscher auf Wege verleitet, in welchen es ihnen leicht wurde, in der Natur das zu sehen, was sie gerne sehen mochten, und so ist es auch mit den Kometen der Fall gewesen. Allein die nüchterne Beobachtung Anderer, die von solchen Schwächen frei waren und nur Thatsachen, die jeder strengen Prüfung Stand halten, zum Maßstab ihrer Schlüsse genommen haben, hat bisher noch immer jene Liebhaberideen vernichtet, die gerade mit den räthselhaften Himmelskörpern, den Kometen, ein leichtes Spiel getrieben haben. Von allen Thatsachen, die man aus der Kometenwelt hergeholt hat, um das Entstehen und Vergehen von Himmelskörpern zu beweisen, sind indessen drei Erscheinungen anzuführen, die wirklich die Möglichkeit theils einer Auflösung von Himmelskörpern, theils einer Veränderung ihres ganzen Wesens wahrscheinlich machen.

Die eine dieser Thatsachen ist, daß ein Komet, dessen Bahn der Director der Berliner Sternwarte, Encke, berechnet hat und der deshalb auch der Encke'sche Komet genannt wird, erweislich mit jedem Umlauf um die Sonne dieser näher rückt, so daß seine Bahn eine Art Spirale bildet, die endlich bis in die Sonne hineinführt. Der Grund dieser Erscheinung sei welcher er wolle, so steht jedenfalls so viel fest, daß dieser Komet langsam seinem Untergange entgegen geht, indem er dereinst in die Sonne stürzen wird.

Die zweite Thatsache ist, daß vor Jahren ein großer Komet dem Planeten Jupiter so nahe kam, daß die Anziehungskraft Jupiters den Kometen vollständig von seiner Bahn ablenkte und ihm eine ganz andere Bahn gab, die er bis dahin nicht hatte. Nachdem der Komet in seiner neuen Bahn zweimal um die Sonne gelaufen war,

kam er dem Jupiter wieder zu nahe und erlitt durch dessen Anziehungskraft wieder eine solche Ablenkung von der neuen Bahn, daß er diese wiederum verlassen und fortan in einer ganz andern Bahn von ganz anderer Form die Sonne umkreisen muß.

Die dritte Thatsache ist höchst wunderbarer Art und hat sich, man möchte sagen, fast unter unsern Augen begeben. Im Jahre 1845 war der Biela'sche Komet, der in circa sechs Jahren um die Sonne läuft, sichtbar. Der amerikanische Astronom Maury in Washington machte die Entdeckung, daß der Komet deutlich zwei Kerne zeige und daß diese sich von einander trennen und also aus einem Kometen sich zwei Kometen zu bilden scheinen. Anderweitige Beobachtungen, die bis zum März 1846 fortgesetzt werden konnten, bestätigten nicht nur diese Wahrnehmung, sondern ergaben ganz unzweifelhaft, daß wirklich eine Theilung eines Himmelskörpers dort stattfinde. Mit der größten Spannung harrten die Beobachter auf das Jahr 1852, wo dieses Naturwunder wieder sichtbar sein müßte. Allein man wußte, daß die Stellung des Kometen für dieses Mal der Beobachtung sehr ungünstig sein würde und mußte es der angestrengtesten Sorgfalt überlassen, hier noch Beobachtungen anzustellen. Nur auf zwei Sternwarten, zu Rom und zu Pulkowa, gelang es, des Kometen in der Morgendämmerung ansichtig zu werden; aber diese Beobachtungen genügten, um zu beweisen, daß die Theilung in der Zwischenzeit weiter vor sich gegangen und ein Kometenpaar statt eines einzelnen nunmehr die Rundreise um die Sonne macht.

Dies wären nun freilich Thatsachen, von denen die eine einen Beweis der vollkommensten Umgestaltung einer Bahn eines Himmelskörpers und die andere sogar

die Wahrscheinlichkeit des Untergangs eines solchen darbietet; allein daß diese durch äußerliche Einflüsse hervorgerufene Veränderung und mögliche Vernichtung nicht die ist, welche wir als Beispiel in Himmelskörpern suchen, ist klar, sondern daß wir die Aufgabe haben, darzuthun, ob die Erde jemals durch innere Umgestaltung ihre Auflösung erreichen wird, und ob in der Kometenwelt solche Beispiele von innerer Veränderung und Auflösung vorhanden sind. Freilich geht die dritte Thatsache scheinbar auf eine solche innere Umgestaltung hinaus; allein als maßgebend für das Schicksal der Erde kann man die wunderbare Theilung eines Kometen schon deshalb nicht annehmen, weil die Anziehungskraft der Erde eine solche als reine Unmöglichkeit ihres einstigen Schicksals herausstellt.

XXIII. Das Entstehen und Vergehen der Fixsterne.

Das Entstehen und das Vergehen von Himmelskörpern hat man durch Beispiele aus der unendlichen Zahl der Fixsterne schon mit scheinbar günstigerem Erfolge zu beweisen gesucht.

Freilich senden die Fixsterne nur ihr Licht zu uns, ohne sonst über ihre Natur und ihr Dasein etwas zu verrathen. Es ist sehr leicht möglich, daß ein Fixstern nur für unser Auge verschwindet, wenn er aufhört, Licht auszuströmen, ohne daß er wirklich aufhört zu existiren, ohne daß er sich auflöst. Man hat sogar in neuerer Zeit wichtige Gründe, zu vermuthen, daß es dunkle Himmelskörper giebt, die wir niemals sehen, und es ist auch möglich, daß ein Fixstern aus dem leuchtenden Zustande in einen

nicht leuchtenden überzeht, ohne deshalb wirklich seinen Untergang dadurch zu finden. — Indessen sind Beispiele derart immerhin ein Beweis einer außerordentlichen Veränderlichkeit in der Natur einzelner Himmelskörper, und kein Unparteiischer wird die Möglichkeit bestreiten, daß mit dem Erlöschen einzelner Sterne wirklich eine Vernichtung und Auflösung verbunden sein könne.

Und wirklich giebt es Thatsachen dieser Art. Schon alte Sagen erzählen von Sternen, die einst hell am Himmel geleuchtet haben und verloschen sind; allein will man auf diese keinen Werth legen, so ist doch ein einziger Fall dieser Art sicher verbürgt, denn er kam zu den Zeiten des vortrefflichen Astronomen und scharfen Beobachters Tycho de Brahe vor, dessen Angaben die vollste Glaubwürdigkeit besitzen.

Im Jahre 1572 wurde Tycho durch einen Volksauflauf in Prag darauf aufmerksam gemacht, daß am Himmel plötzlich ein nie gesehener sehr hellleuchtender Stern erschienen sei. In der That war dem so. Das Licht dieses Sternes, der im Sternbild der Cassiopeja stand, übertraf alle andern Sterne und war selbst glänzender als das der Venus. Man konnte ihn, da er heller wurde, endlich am Tage und Nachts selbst bei bewölktem Himmel sehen. Der Stern blieb an seiner Stelle und war volle drei Jahre sichtbar, aber schon ihm Jahr 1573 nahm sein Licht allmälig ab, und er verschwand endlich im Jahre 1574 vollständig und ist niemals wieder, selbst nicht durch die stärksten Fernröhre, gesehen worden.

Diesem außerordentlichen einzig dastehenden Falle reihen sich einige andere von minderer Auffälligkeit an, wo Sterne nach und nach an Licht zunahmen und dann wieder ihren Glanz verloren, und theils gar nicht mehr,

theils nur als unbedeutende schwache Sterne gesehen wurden.

Solche Thatsachen lassen freilich auf großartige, vor unsern Augen vorgehende ungeheure Veränderungen im Dasein des Himmelskörpers schließen, und sind auch als Beweise, daß noch gegenwärtig eine Schöpferkraft thätig ist, die ganzen Welten ihr Dasein giebt und wieder entzieht, angeführt worden. — Allein als unumstößlich können diese Beweise nicht gelten, denn bei fast allen Erscheinungen dieser Art hat man Grund zu vermuthen, daß dieses Hellerwerden und Verdunkeln der Sterne von Zeit zu Zeit in ganz bestimmten Perioden wiederkehrt, und von uns nicht sicher zu bestimmende Ursachen hat, welche in der Natur dieses Sternes begründet sind, ohne daß er selber in seinem Dasein irgendwie neugeschaffen oder vernichtet wird.

Man hat nämlich in neuerer Zeit eine große Reihe von Fixsternen gefunden, die zu bestimmter Zeit heller zu leuchten anfangen, ihren höchsten Glanz sodann erreichen und wieder nach bestimmter Zeit an Glanz abnehmen, um wiederum nach Verlauf einer gewissen Periode an Glanz zuzunehmen. Die Lichtveränderung dieser Sterne ist also periodisch und die Erscheinungen kehren an ihnen zu genau bestimmter Zeit regelmäßig wieder. Man erklärt diese Erscheinung zum Theil durch das Umdrehen jener Sterne um ihre Axe und durch die Annahme, daß irgend ein Punkt ihrer Oberfläche ein stärkeres Licht aussendet als der übrige Theil. Obwohl nun diese Erscheinung bei einzelnen Sternen von Umständen begleitet ist, die diese Erklärung ungenügend machen, so steht doch so viel fest, daß diese Erscheinung selbst regelmäßig wiederkehrt und dies macht es wahrscheinlich, daß auch diejenigen Sterne, die aufleuchten und wieder

an Glanz verloren haben, ohne diese Lichtveränderung zu wiederholen, und nicht minder die, welche ganz und gar unsichtbar geworden sind, nicht einmalige Veränderungen verrathen, sondern Erscheinungen dargeboten haben, die sich erst in spätern Zeiten wiederholen, so daß dann auch diese Sterne als regelmäßig veränderliche werden erkannt werden.

Selbst über den außerordentlichen Stern aus dem Jahre 1572 sind Spuren vorhanden, daß er bereits in den Jahren 945 und 1260 gesehen worden sei; und ist dem so, so wird er im Jahre 1882 wieder erscheinen und den Beweis liefern, daß er nicht plötzlich entstanden und plötzlich vernichtet worden ist.

Wir müssen uns daher zur Erörterung unserer Frage, ob am Himmel sich Spuren des Entstehens und Vergehens von Himmelskörpern zeigen, zu andern Körpern unter den Fixsternen wenden.

XXIV. Sogenannte „Nebelflecke."

Unter den Fixsternen giebt es einige, die schon dem bloßen Auge nicht wie hellleuchtende Sterne, sondern wie in einem matten Schimmer glänzend erscheinen, so daß man sie eher helle Flecke als wirkliche Sterne nennen mag. In der That werden sie „Nebelflecke" genannt und sie bieten dem Auge oft einen prachtvollen Anblick, wenn man sie in starker Vergrößerung sieht.

Obwohl nun ein großer Theil dieser Nebelflecke bei starker Vergrößerung sich als Sternenhaufen zu erkennen giebt, daß heißt als Anhäufung einer ungeheuer großen Anzahl von Sternen, die man durch Fernröhre als von einander gesondert erkennt, und also offenbar ihr nebli-

ches Ansehen nur von der großen Entfernung herrührt, haben viele dennoch ähnliche Nebelflecke, die selbst bei den starken Vergrößerungen nicht als Sternenhaufen erschienen sind, sondern ihr nebliches Ansehen behielten, für wirkliche Nebelmassen erklärt und in diesen Nebeln den Urstoff werdender Welten erblickt, so daß wir im Himmelsraum wirklich im Stande wären, die Mitbildung in ihren verschiedensten Stadien zu belauschen.

Es waren nicht unbedeutende Männer, die diese Ansichten hegten; sondern erleuchtete Köpfe, die Zierden der Naturwissenschaft sprachen sich in diesem Sinne aus und glaubten in der Verschiedenheit, welche das Ansehen der Nebel darbietet, auch die verschiedenen Stufen angedeutet zu finden, auf welchen sich verschiedene von uns entfernte Welten gerade jetzt in der Geschichte ihrer Ausbildung befinden.

Allein in neuester Zeit ist diese Anschauung gewaltig erschüttert worden. Schon Herschel (der Vater), der selber diesen Ansichten sich hinneigte, machte die Bemerkung, daß, je stärker die Fernröhre sind, die man auf den Himmel richtet, desto mehr Nebelflecke sich als Sternenhaufen erkennen lassen. Und in der That löste das große Fernrohr, das Herschel anwandte, eine beträchtliche Zahl von Nebelflecken in Sternenhaufen auf, und man erkannte, daß die Vorstellung, in diesen Nebelflecken formlosen Urstoff der Himmelskörper zu sehen, nur auf der Täuschung unseres Auges beruht, das die außerordentlich dicht stehenden Sterne nicht mehr von einander unterscheiden kann, und deshalb eine nebelartige Masse wahrzunehmen glaubt, wo gar keine ist. — Indessen entdeckte Herschel gerade durch sein starkes Fernrohr eine so große Zahl neuer Nebelflecken, die sich nicht auflösen ließen, daß er der Annahme sich hinneigte, daß einige derselben wirk-

liche Nebel seien, und auch er erklärte sie daher für Materien, die im Begriff sind, zu Himmelskörpern, zu Fixsternen zu werden.

Indessen hat der Sohn dieses großen Astronomen, der sich in der Wissenschaft nicht geringeren Ruhm erworben hat, als der Vater, durch seine verbesserten Instrumente viele Nebelflecke, die Herschel, der Vater, für unauflösliche wirkliche Nebel annahm, als Sternenhaufen gesehen und hat es wahrscheinlich gemacht, daß alle übrigen sich gleichfalls als Sternenhaufen zeigen würden, wenn sich nur unseren Beobachtungsinstrumenten so bedeutende Vergrößerung, wie hierzu nöthig ist, geben ließe. — Und in der That hat der englische Lord Rosse, der das größte aller bisherigen astronomischen Fernröhre erbauen ließ und in jüngster Zeit damit seine Beobachtungen begonnen hat, in einem Privatschreiben an Alexander von Humboldt die Mittheilung gemacht, daß durch sein Instrument die letzten Zweifel beseitigt werden, indem es bis auf wenige Ausnahmen alle alten Nebel als Sternenhaufen sehen läßt. —

So ist man denn gegenwärtig auf dem Punkte, die lange Zeit geglaubte und vielbesprochene und noch mehr befabelte Ansicht von Nebelmaterien, die den Urstoff neuer Weltsysteme bilden, ganz und gar fallen zu lassen, und verzichtet darauf, diese Himmelskörper als sichtbare Zeugnisse des Entstehens oder Vergehens von Welten darzustellen.

Zwar giebt es noch eine Reihe anderer Himmelserscheinungen, die bei Vielen als Beweise für die Existenz weltbildender Nebel gelten. Hierzu gehören die „planetarischen Nebel", das sind Flecke, die in sehr schwachem Schimmer leuchten und in den verschiedenartigsten Formen vorkommen, indem ein Theil von ihnen rund, ein

Theil länglich, streifenartig, und ein Theil vollkommen unregelmäßig erscheinen. Da sich aber bei diesen sehr räthselhaften Himmelskörpern keine Spuren einer Verdichtung nach ihrer Mitte hin zeigen, ja ein Theil von ihnen wirkliche Ringe bildet, so sind sie wenigstens nicht geeignet, als ein Beispiel für die Bildung der Erde zu gelten, eine Bildung, welche man sich eben nur erklärt durch die Anziehung der Theile auf einander und die daraus hervorgehende Verdichtung nach dem Mittelpunkt der Masse hin.

Wir sind daher bei der Geschichte der Entstehung der Erde und der Möglichkeit ihres Vergehens nur auf Betrachtung der Erde selber angewiesen und müssen für jetzt darauf verzichten, wirkliche Beweise des Entstehens und Vergehens in den unendlichen Himmelsräumen und seinen Millionen und millionenfachen Sternen und Welten aufzufinden.

Und hiermit wollen wir vorerst unser Thema beschließen und zu einem andern Gegenstand der Naturwissenschaft übergehen, in der Hoffnung, daß spätere Zeiten zuverlässigere Resultate über das Wesen und das Leben der Erde geben werden, als bis jetzt der Fall ist, wo sich dieser Zweig der Wissenschaft erst noch im Beginn seiner Entstehung befindet.

Bibliothek

der

Populären Wissenschaften.

II. Band:

Aus dem Reiche der

Naturwissenschaft,

Von A. Bernstein.

Drittes Bändchen:

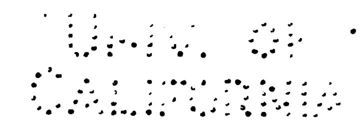
Vom Instinkt der Thiere.—Nutzen und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper.—Nur eine Schiebe-Lampe.

Inhaltsverzeichniß.

Vom Instinkt der Thiere.

Nutzen und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper.

Nur eine Schiebe-Lampe.



Vom Instinkt der Thiere.

I. Was ist Instinkt?

Eine der räthselhaftesten aber auch interessantesten Naturerscheinungen ist der Instinkt der Thiere. — Wir wollen in einer Reihe von Betrachtungen dieses Naturwunder besprechen; aber von vornherein unsern Lesern sagen, daß wir hierbei nicht in jene übertriebenen und fabelhaften Geschichten verfallen werden, die oft nur erfunden sind, um manche Thiere noch weißer und gescheiter darzustellen, als das Menschengeschlecht. Wir wollen uns vielmehr treu an die Wahrheit und an solche Darstellungen halten, die ernste Naturforscher mit jener wissenschaftlichen Treue bekunden, welche ihrer würdigen Aufgabe und ihrem herrlichen Berufe ziemt. — Es liegt auch in solchen Darstellungen genug des Wunderbaren und Interessanten.

Vor Allem müssen wir die Frage beantworten: was ist Instinkt?

Instinkt nennt man die lebenden Wesen innewohnende Kraft, die sie treibt, zweckmäßige Dinge zu thun, ohne daß diese Wesen es wissen, weshalb sie so handeln.

Eine weiße Spinne, die gerade weiße oder hellgelbe Blüthen auswählt, um ihr Netz auszuspannen, während sie selber sich zurückzieht und auf ihre Beute lauert, handelt gewiß höchst zweckmäßig für ihr eignes Wohl. Sie

würde wegen ihrer weißen Farbe auf einem dunkeln Zaune, einer schwarzen Mauer oder einem grünen Gebüsch gewiß nicht so viel Insekten fangen, weil diese ihre Feindin, die sie fürchten und fliehen, leicht sehen müßten. Können wir aber ihre Handlung klug nennen? Weiß sie, daß ihre weiße Gestalt auf dunklem Hintergrund in die Augen fällt und leicht gesehen wird? Das wird sicherlich Niemand behaupten. Sie weiß es nicht, also ist es nicht ihre Klugheit, ihre geistige Ueberlegung, die sie weiße oder helle Blüthen wählen läßt. Ja, es ist nicht einmal ihre Erfahrung, denn ganz unerfahrene junge Spinnen handeln schon so zweckmäßig. — Woher aber kommt sie dazu, so zweckmäßig zu handeln? Wir wissen hierauf keine andere Antwort, als daß ein Naturtrieb sie lehrt, so zu handeln, ohne daß es ihr klar wird, warum dies so richtig und zweckmäßig ist. Und diesen Naturtrieb nennt man Instinkt.

Haben auch Pflanzen, haben auch Menschen Instinkt?

Insofern der Instinkt gleich ist mit dem Naturtrieb, der die Wurzeln der Pflanze unter der Erde dorthin wachsen läßt, woselbst sie nahrungsreichen Boden findet, der sie zwingt, die Blätter dorthin zu neigen, wo das ihrem Dasein nothwendige Tageslicht herkommt, insofern kann man dies auch Instinkt nennen. Die Pflanze weiß nur noch weniger davon, als das Thier. Das Thier weiß wenigstens, daß es so handelt; es weiß nur nicht, weshalb es so handelt; die Pflanze dagegen, die gar kein Selbstbewußtsein hat, weiß auch nicht einmal, daß sie so handelt. Sie weiß auch nicht, daß sie existirt. Sie wehrt sich nicht einmal wie das Thier, wenn man sie vernichten will. Die zweckmäßigen Bewegungen, die die Pflanze macht, die oft höchst wunderbar sind, wie dies namentlich bei den Blüthen der Fall ist, von denen

wir bereits anderweitig gesprochen haben*); diese zweckmäßigen Bewegungen gehen in diesen Wesen noch unbewußter vor, als bei den Thieren. — Wenn man also diese Bewegungen auch mit dem Namen Instinkt belegen will, so lohnt es sich nicht, über diese Anwendung eines Wortes zu streiten; genug, wenn wir wissen, daß zwischen dem, was das Thier instinktmäßig thut, und dem, was die Pflanze bewußtlos Zweckmäßiges thut, ein gewisser Unterschied vorhanden ist, obgleich es nicht leicht ist, diesen Unterschied ganz genau und scharf zu bezeichnen.

Hat der Mensch Instinkt?

Gewiß. — Es wird dies von Allen angenommen. Man muß auch zugeben, daß er Dinge von außerordentlicher Zweckmäßigkeit verrichtet, ohne zu wissen, warum er so thut. Das Kind versteht das Saugen, wenn es geboren ist, so vollständig, daß es dies besser verrichtet, als der weiseste Mensch, der es durch seinen Scharfsinn erfinden wollte; und das Kind weiß nicht, was es thut, ja es weiß nicht einmal, daß es so thut. Im Schlaf macht der Mensch die zweckmäßigsten Bewegungen, legt sich von einer Seite, wenn er lange darauf gelegen hat, auf die andere, dreht sich, wenn er auf der oberen Seite kalt geworden ist, um und legt sich darauf, um sie so zu erwärmen. Ja, selbst im Wachen verrichtet er tausend Dinge nach den Gesetzen der höchsten Zweckmäßigkeit, nicht nur ohne daran zu denken, sondern auch ohne davon zu wissen, daß er es thut. Beim Gehen allein werden so außerordentlich viel zweckmäßige Bewegungen unbewußt gemacht, daß die drei Brüder Weber sich ein unsterbliches Verdienst um die Naturwissenschaft erworben haben durch

*) Aus dem Reiche der Naturwissenschaft. Erstes Heft. Berlin bei Franz Duncker 1853.

ihr Werk, welches über die Gesetze des Sehens handelt. Und doch geht der unwissendste Mensch eben so richtig wie die drei berühmten Professoren selber, durch nichts belehrt als durch den Instinkt.

II. Unterschied des Instinkts der Pflanze und des Thieres.

Wie wir in dem vorigen Artikel gezeigt haben, kann man im Allgemeinen und Großen wohl sagen, daß das ganze Reich der lebendigen Natur von einem Triebe der Erhaltung und der Zweckmäßigkeit zu neuer Thätigkeit angeregt wird, daß demnach sowohl Pflanzen wie Thiere und Menschen von einem Instinkt im Allgemeinen beherrscht werden, der sie zwingt oder anleitet, Dinge zu thun, die zu ihrem Wohl oder ihrer Erhaltung nothwendig sind. Man könnte hiernach wohl annehmen, daß das ganze Leben auf dem Rund der Erde instinktmäßig sei. Indessen bei einer nähern Betrachtung der Sache wird man einen wesentlichen Unterschied in den Trieben zur Erhaltung leicht einsehen, und man wird das, was in der Pflanze vorgeht, von dem, was im Thiere vorgeht, genauer unterscheiden können.

Die Pflanze hat kein Bewußtsein, sie hat also auch keinen Willen. Alles, was sie Wunderbares thut, geschieht ohne daß sie es weiß, ohne daß sie es will. Wenn z. B. die Staubfäden einiger Wasserpflanzen während der Blüthe sich hoch emporrichten aus dem Wasser, um den befruchtenden Staub hinabfallen zu lassen, damit er zu den weiblichen Theilen der Blüthe gelange, wenn diese Pflanze direkt zu diesem Geschäft hinaufsteigt aus dem Wasser, weil sie unter dem Wasser nicht im Stande

wäre, das Geschäft der Befruchtung auszuführen, so liegt offenbar darin eine Handlung, die einen Willen voraussetzt, aber dieser Wille liegt nicht **in der Pflanze**. Er liegt offenbar in einer Anordnung, die für die Naturwissenschaft bis jetzt verborgen ist, aber die jedenfalls die Pflanze als reines bewußtloses und willenloses Werkzeug benutzt zu einem Geschäft, bei dem die Pflanze selber ganz gleichgültig ist.

Anders ist es bei dem Thiere. Es führt durch den Instinkt Dinge aus, zu welchem der **Wille** des Thieres gehört. Das Thier macht hierbei Bewegungen, die es, wenn es frei wäre, eben so gut würde thun oder lassen können. Das Thier thut das, was es instinktmäßig thut, mit einer gewissen Lust; es räumt Hindernisse, die sich der Ausführung seines Triebes in den Weg stellen, mit großer Beharrlichkeit aus dem Wege, ja das Thier wendet List, Gewandtheit und oft ganz ungewöhnliche Ueberlegung an, um den Instinkt befriedigen zu können. Man kann also nicht anders sagen, als daß das Thier in seinem Instinkt eine Energie des Willens zeigt und freiwillig in der Befriedigung des Triebes thätig ist, was bei der Pflanze gar nicht der Fall ist.

Man sieht nun hieraus, daß zwar der Naturtrieb, der in den Pflanzen thätig ist, dem sehr ähnlich ist, der in den Thieren zum Vorschein kommt; allein es liegt ein Hauptunterschied darin, daß die Pflanze ein willenloses Werkzeug, das Thier ein mit Willen begabtes, nur von dem Naturtrieb geleitetes Wesen ist. — Im speziellen Sinne nimmt man daher nur den Instinkt der Thiere als den richtig als solchen zu bezeichnenden an, während man das, was in den Pflanzen vorgeht, mit dem Namen „**Trieb**" bezeichnet.

Hierdurch aber wird etwas von dem Räthselhaften, das im Instinkt liegt, theilweise erklärlicher.

Durch die ganze Natur geht ein gewisser Trieb des Lebens, der fortwährend schafft und wirkt sowohl in den Steinen wie in den Pflanzen, wie in den Thieren. In der schaffenden Hand dieses Lebenstriebes entwickelt sich Alles, was da ist. Derselbe Lebenstrieb, der die Pflanze zum Wachsen zwingt, so lange die Bedingungen ihres Wachsthums vorhanden sind, derselbe Trieb treibt den Menschen wie das Thier zum Athmen, zum Verdauen, zum Schlafen, zur Bewegung wie zur Ruhe. Dieser Trieb ist so allgemein, so verbreitet durch die ganze Natur, daß wir zwar im höchsten Grade dahin zu streben haben, ihn in seinen Ursachen genauer kennen zu lernen; aber weil wir ihm eben allenthalben begegnen, sind wir von seinem Wirken weniger überrascht, und ist seine Betrachtung für uns gemeinhin weniger interessant.

Was uns aber beim Instinkt, der nur ein Theil dieses großen Lebenstriebes ist, so sehr anzieht und interessirt, ist das Räthselhafte, das er hat, indem man bei ihm stets im Zweifel bleibt, wie weit er bewußt, und wie weit er bewußtlos beim Thier zum Vorschein kommt.

Sehen wir eine Pflanze, z. B. wie sie ihre Blätter nach der Sonne wendet, so wissen wir, daß dies ein Theil des Lebenstriebes ist, der die ganze Welt durchpulst und in der Pflanze thätig ist, aber nicht aus der Pflanze herstammt. Sehen wir dagegen die Spinne ihr Netz ziehen, so interessirt es uns darum in höherem Grade, weil wir in hohem Grade zweifelhaft sind, wie weit dies ein Werk des allgemeinen Lebenstriebes oder wie weit es ein Werk des Willens dieser Spinne ist.

Es liegt ein tiefes Räthsel in solchen Erscheinungen,

ein Theil des größern Räthsels über die Grenzen der Freiheit und der Nothwendigkeit, das schon durch Jahrtausende die bedeutendsten Philosophen beschäftigt hat.— Allein da wir hier nicht Philosophie, sondern nur ein wenig Naturwissenschaft treiben wollen, müssen wir es mit dem bisher Gesagten genug sein lassen.

III. Der natürliche und durch Beispiel geweckte Instinkt des Thieres.

Man muß im Allgemeinen beim Instinkt der Thiere unterscheiden zwischen dem, was die Natur sie lehrt, und dem, was der Mensch sie verrichten läßt.

Was die Natur das Thier lehrt, bringt das Thier mit zur Welt, es gehört mit zum Wesen des Thieres und bedarf das Thier keine Zeit, um sich dazu fähig zu machen. Sobald sich dem Thiere die Gelegenheit darbietet, seinen Instinkt zu befriedigen, ist es auch sofort sich seiner Kraft bewußt, daß es dies verrichten könne.

Legt man einem Huhn Enteneier unter und läßt sie von demselben ausbrüten, so ist es ein höchst überraschender Anblick, zu sehen, wie die jungen Entchen ihrer Stiefmutter folgen und gehorchen, und wie sie mit der kindlichsten Anhänglichkeit ihrer Pflegerin anhangen; aber wenn die Pflegerin sie in die Nähe eines Wassers bringt, eilen die Enten mit voller Sicherheit hin, um sich im Wasser zu baden und auf demselben umherzuschwimmen, und achten weder auf das Rufen noch auf die Angst der Pflegerin, die am Ufer ängstlich umherläuft und mit kläglicher Stimme sie auf das Trockene lockt. — Man sieht bei solcher Gelegenheit, daß das Huhn sich der Gefahr bewußt ist, die das Wasser ihm bringen würde; das Huhn kann

nicht schwimmen und will deshalb auch nicht schwimmen. Die jungen Enten, die sonst sorgsam jede Todesgefahr meiden, begeben sich auf das Wasser, weil eben die Natur ihnen keine Scheu vor dem Wasser einflößt. Im Huhn aber, das sie angstvoll zurückruft, geht offenbar noch etwas mehr vor, als der bloße Trieb, etwas zu thun oder zu lassen. Bei diesem stellt sich eine geistige Thätigkeit ein, eine Sorge, eine Angst, die offenbar nur daher rührt, daß es sich seine Brut in Lebensgefahr vorstellt. Hier also begegnen wir sogar schon einer Vorstellung, einem Denken.

Man kann schon bei einem solchen Falle Vielerlei über den Instinkt der Thiere lernen, und es giebt solch' ein einfacher in jedem Bauernhofe gewöhnlicher Vorfall reichlichen Stoff zum Nachdenken; für jetzt indessen wollen wir uns nicht weiter dabei aufhalten, sondern aus der einen Thatsache, daß die Entchen mit Sicherheit schwimmen, ohne es je gesehen zu haben, den Schluß ziehen, daß der Instinkt das, was er lehrt, nicht durch das Beispiel, sondern ursprünglich dem Thiere beibringt, so daß man sagen muß, das Thier werde mit seinem Instinkt und seinen Fähigkeiten geboren.

Anders verhält es sich mit dem, was der Mensch das Thier lehrt. Durch Zwang, durch Beispiel, die veränderte Lebensweise vermag der Mensch dem Thiere seinen natürlichen Instinkt zu benehmen und ihn Fähigkeiten anzulehren, die oft bis zu einem hohen Grade geistigen Verständnisses sich steigern. Ein gutdressirter Hund versteht außerordentlich viel von dem, was sein Herr ihm sagt; unterscheidet zwischen Freund und Feind seines Herrn, merkt vortrefflich, wenn der Herr auf ihn böse ist, versteht ihm zu schmeicheln, sucht ihn zu erheitern, wenn

er mißmuthig ist. Es ist indessen doch Uebertreibung, wenn man behauptet, daß der Hund von dem Seelenzustande seines Herrn einen ganz richtigen Begriff hat, und oft ein feineres Gefühl dafür an den Tag legt als mancher Mensch. Wenn Derartiges vorzukommen scheint, so geschieht es ohne allen Zweifel auch nur in Folge eines Instinkts, eines dem Hunde angewöhnten Bedürfnisses, in einem gewissen Verhältniß zu seinem Herrn zu leben. Er erwartet, gewöhnt daran, daß der Herr ihn rufe, zu ihm spreche, mit ihm spiele; geschieht dies nicht zur Zeit, so treibt es ihn, die Unterhaltung zu beginnen, und dadurch erheitert, ermuntert er den mißgestimmten Herrn, nicht weil er diesen erheitern will, sondern aus eignem angewöhnten Bedürfniß, sich selber zu erheitern und aufzumuntern.

Genug, wenn wir sehen, daß die Thiere durch Menschen in ihren Instinkten wesentlich verändert, in ihren Bedürfnissen umgewandelt werden können, so daß sie zu den menschlichen Verhältnissen passend abgerichtet werden und dadurch den Charakter einer Kultur erhalten, der sich dann oft forterbt und aus der gezähmten Gattung ein ganz anderes Wesen macht, als sie, in der Wildniß fortlebend, auf sich selber angewiesen, geworden sein würde. Ein solches Thier verliert daher oft Naturinstinkte und Fähigkeiten, ja, es scheint fast, als ob die Natur selber dem Thiere gar nicht mehr jenen Instinkt gewähre, den sie ihm sonst mit der Geburt gab. — So verliert manche Hauskatze nebst ihrer Nachkommenschaft die Fähigkeit und die Lust Mäuse zu fangen, wenn sie nicht vom Hunger dazu getrieben wird, und verwandelt sich in ein wirklich zahmes Hausthier, das nur auf Augenblicke noch durch einen spielenden Sprung etwas von seiner alten Raubthier-Natur verräth.

Wir werden die Instinkte und Fähigkeiten beider Gattungen hier vorführen, und sowohl das Thier im Naturzustande wie in dem vom Menschen künstlich erzeugten Kultur-Zustande betrachten; für jetzt jedoch wollen wir nur zur Charakterisirung dieser Unterschiede noch Folgendes sagen:

Wenn ein Thier durch Zähmung in seinem Wesen eine wirkliche Kultur annehmen soll, so muß ihm die Natur Eines ursprünglich verliehen haben, ohne welches die Zähmung nicht gelingt, und dies Eine ist: der Gesellschaftstrieb.

Alle Thiere, die diesen Trieb besitzen, die in der Wildniß in Gemeinschaft mit ihres Gleichen leben, sind zähmungsfähig, können in menschenfreundliche Hausthiere umgewandelt werden, und einen höheren Grad von Verständniß menschlicher Zustände annehmen. Solche Thiere jedoch, die von Natur und in der Wildniß nur auf sich selber angewiesen sind, die nicht in Gemeinschaft leben, können zwar, wie man das in Menagerien sieht, abgerichtet und bis zu einem gewissen Grade in ihrer Wildheit gemäßigt, ja für ihren Wärter sogar umgänglich werden; allein zu einer wirklichen Zähmung bringt man es bei denselben nicht. Und hierfür ist ein Vergleich der Hauskatze mit dem Haushund ein gutes Beispiel. Die Katze, in der Wildniß nie in Gemeinschaft lebend, ist nie wirklich gezähmt, sie führt selbst im Hause immer noch ein halb wildes Leben, während der Hund, in der Wildniß in Gemeinschaft lebend, stets das Muster eines gezähmten und nützlichen Hausthieres wird.

IV. Die bestimmten Zwecke des Instinkts.

Wir wollen nunmehr die Instinkte der Thiere betrachten, die ihnen die Natur selber mitgegeben hat, als einen wesentlichen Theil ihres Lebens und als Bedingung ihrer Erhaltung.

Die Instinkte der Thiere lassen sich nach folgenden Zwecken ordnen:

1. zur Erreichung ihrer Nahrung oder zur Erlangung ihrer Beute;
2. zur Aufbewahrung derselben für die Zeit der Noth;
3. zur Erbauung einer Wohnung, woselbst sich das Thier zurückzieht, wenn ihm die Witterung feindlich ist oder ein Feind ihm nachstellt;
4. im Erkennen seines Feindes und jeder Art von Todesgefahr;
5. in der Vorsorge für die Erhaltung der Nachkommenschaft;
6. in der Sorge für die Erziehung der Jungen;
7. in dem Gesellschaftstrieb, in welchem sich große Massen von Thieren einer Gattung zur Führung eines geselligen Lebens einrichten;
8. in dem Wandertrieb, welcher Thiere bestimmter Gattung oft zu höchst wunderbaren weiten Reisen, aus einem Welttheile zum andern veranlaßt.

In Befriedigung dieser Instinkte kommen nun so mannigfaltige außerordentlich reiche, interessante Erscheinungen an den Tag, daß des Staunens und Verwunderns hierüber in der That kein Ende ist. Oft erscheinen diese Instinkte als vollkommene Kunstfertigkeiten oder als Produkte geistigen Nachsinnens; oft kann man sich des Gedankens nicht erwehren, daß menschliche Gefühle, menschliche Fürsorge, menschliche Zärtlichkeit, menschliches Mit-

leid in hohem Grade bei den Thieren obwaltet; öfter aber noch hat man Gelegenheit zu bewundern, wie die Natur einem Thiere Triebe eingepflanzt hat, deren Zweck das Thier auch nicht im Entferntesten ahnt und ahnen kann, denn es verrichten viele Thiere Werke, nicht für sich, sondern für eine Nachkommenschaft, die sie nicht kennen. die sie nie gesehen haben, noch jemals sehen werden.

Der Instinkt, mit welchem die Thiere ihrer Nahrung oder ihrer Beute nachgehen, ist oft wunderbar genug. Das Raubthier folgt meist dem Geruche, und sein Geruchssinn ist so fein ausgebildet, daß er auf unglaublich weite Strecken hin ihm verkündet, wenn ein Thier naht, das ihm zur Speise dienen kann. Die Thiere sind sich dieser Eigenschaft so bewußt, daß sie immer gegen den Wind auf Raub ausgehen, damit der Wind ihnen den Geruch ihrer Beute zuführe, niemals aber ihrer Beute Nachricht bringe, daß ihnen Gefahr naht. Der Löwe, der Tiger, der Leopard, die Hyäne, der Wolf, der Fuchs, wie alle Thiere, die auf lebende Beute angewiesen und von der Leibesbeschaffenheit sind, daß sie nicht allzulanges Fasten vertragen, sie alle sind mit dem feinen Geruchssinne begabt, der ihnen die Spur ihrer Beute durch die Luft verräth, und sie alle wissen dies so zu benutzen, daß sie auf ihrem Auszuge nach Beute stets dorthin gehen, wo der Wind herkommt.

Interessanter aber noch ist die Betrachtung der Thiere, die zu schwach sind, um vom offenen Raube leben zu können, denen aber die Natur als Ersatz einen schlauen Kunstsinn mitgegeben hat, um sich durch List und Fallen ihre Beute einzufangen.

Die Art und Weise, wie die Spinne ein feines Gewebe aus einer klebrigen Flüssigkeit ihres Leibes ausspinnt, die Emsigkeit, mit welcher sie das Netz ausbreitet,

die Kunstfertigkeit, mit welcher sie regelmäßig Fädchen an Fädchen knüpft und ein Geflecht zu Stande bringt, das keine Menschenhand nachahmen kann, die Schlauheit, mit welcher sie sich dann zurückzieht auf einem langen Faden, um daselbst den Zeitpunkt abzuwarten, wo ein Insekt, eine Fliege dieses Netz berührt und daran kleben bleibt, die Ruhe, mit welcher die Spinne harrt, bis das Insekt in seiner Todesangst weiter um sich gegriffen und sich dadurch nur noch mehr in die Fäden verstrickt hat, die Eile, mit welcher die Spinne jetzt hervorstürzt, und die Fertigkeit, mit welcher sie das wehrlos gewordene Insekt nun erst mit einem feinen dichten Netz umspinnt und um und um bewickelt, um es mit Ruhe tödten und verzehren zu können, all' das hat wohl Jeder bereits selber zu beobachten Gelegenheit gehabt. Wir wollen daher einige andere Beispiele vorführen, wie Thiere durch List sich ihrer Beute bemächtigen, die sie mit Gewalt nicht erlangen könnten.

V. Instinktmäßige List der Thiere.

Zu den interessantesten Erscheinungen, wie der Instinkt ein schwaches Thierchen lehrt, sich der stärkeren Thiere durch List zu bemächtigen, um sie als Beute zu verzehren, gehört die Art, wie die Larve des Ameisenlöwen die schnellern Ameisen einfängt.

Der Instinkt lehrt dieses Thierchen, das sich nur äußerst langsam und mit Mühe fortbewegen kann, eine wirkliche Falle graben, in welche die Ameisen stürzen, und die Art und Weise, wie dies die Falle anlegt und unvorhergesehene Hindernisse hinwegräumt, ist so interessant, daß wir eine nähere Beschreibung davon geben wollen.

Die Larve beginnt damit, daß sie den Boden unter-

sucht, wo sie ihre Falle anbauen will. Meist wählt sie ihn dort, wo sie eine Passage von Ameisen oder anderer kleinerer Insekten vermuthet. Scheint ihr der Boden geeignet, so beginnt sie damit, einen Zirkel auf demselben zu ziehen, der den Rand der Grube darstellt, in die ihre Beute hinabstürzen soll. Sodann begiebt sie sich in die Mitte des gezogenen Zirkels und beginnt von hier aus zu graben, wobei sie sich des einen Fußes als Schaufel bedient. Die ausgegrabene Erde legt sich das Thierchen auf den Kopf, und durch einen heftigen Ruck wirft es dieselbe so weit, daß die Erde noch ein paar Zoll über den gezogenen Kreis hinausfliegt, damit das Thier nicht nöthig hat, die bereits ausgegrabene Erde wieder fortzuschaffen, wie es der Fall wäre, wenn die Erde innerhalb des Kreises niederfiele. Ist nun die Vertiefung im Mittelpunkt gemacht, so rückt das Thier ein wenig weiter und gräbt immer rückwärts schreitend und stets denselben Fuß als Schaufel gebrauchend, einen kreisrunden Graben um den Mittelpunkt, so daß es die Grube immer mehr und mehr erweitert, und so fährt das Thier stets fort, indem es immer die Erde weit hinauswirft über den Kreis der ganzen Grube, bis endlich die Grube tief und weit genug für den beabsichtigten Zweck ist. Sehr oft trifft das Thier im Verlauf der Arbeit auf einen Stein, der seiner Arbeit hinderlich und seiner Falle schädlich werden kann. Das Thier fährt indessen in der Arbeit fort, indem es den Stein umgeht; kehrt aber nach vollendetem Werke zu dem Steine zurück und entwickelt nun eine wunderbare Anstrengung und Ausdauer, um den Stein auf den Rücken zu laden und hinauszuwerfen; vermag es dies nicht, so entschließt es sich ungern dazu, den Stein langsam hinauszuschieben, weil dies eine Furche und ein theilweise Verschüttung der Grube herbeiführt. Hat e

aber den Stein in der einen oder andern Weise aus der Grube gebracht, so stößt oder schiebt es ihn weit ab vom Rande, damit der Stein nicht einmal hinabrolle und in die Grube falle. Nur wenn alle Mühe, den Stein fortzubringen, vergebens ist, giebt das Thier den Bau auf und beginnt an einer andern Stelle einen neuen.

Ist aber der Bau glücklich vollendet, so gräbt sich das Thier auf dem Boden der Grube halb ein, nimmt ein wenig lose Erde und Sandkörnchen auf den Kopf und wartet nun geduldig, bis eine Ameise oder ein anderes Thierchen dieser Art in die Grube hinabstürzt. Ist dies der Fall, so wird es sofort ergriffen und ihm das Blut ausgesogen; stürzt das Schlachtopfer aber nicht bis hinab, sondern versucht sich auf halbem Wege zu halten und macht Anstalt, sich durch die Flucht zu retten, so wird es mit Erde und Sand, die bereit gehalten sind, beworfen und derart betäubt, daß es sicherlich nun hinab und in seinen Tod stürzt.

Zu den gewöhnlichen Listen der Thiere beim Ergreifen ihrer Beute gehört das leise Herbeischleichen und der plötzliche Ueberfall, und gerade solche Thiere besitzen diese List in hohem Maße, die zu befürchten haben, daß sich ihr Opfer ihnen durch die Flucht entziehen werde. Sie verstehen ihm aufzulauern und es plötzlich unversehens zu überfallen. Als ein furchtbares Beispiel dieser Art ist die entsetzliche Schnelligkeit und Geräuschlosigkeit bekannt, mit welcher Krokodille Menschen von den Kähnen ins Wasser hinunterreißen. Dies geschieht zuweilen so unversehens, daß die Gefährten des Unglücklichen keinen Schrei vernehmen und ihn erst dann vermissen, wenn er bereits in die Tiefe hinabgerissen worden ist.

Zu den interessanten Fällen, wie sich Thiere einer Fertigkeit und einer List bedienen, um ihrer Opfer habhaft

zu werden, gehören noch folgende zwei Thatsachen, die von Beobachtern festgestellt sind. Im Ganges-Strom giebt es einen Fisch, dem man den Namen Schütze beigelegt hat und der sich von Insekten nährt; da er diese nicht verfolgen kann, schleicht er ihnen nahe, wenn sie auf den Uferpflanzen sitzen, und schleudert plötzlich Wassertropfen nach ihnen, damit sie herabfallen und ihm zur Beute werden. — Noch interessanter ist es, wie der Hummer, eine sehr große Krebsart, die in Meeren lebt, sich der Austern bemächtigt. Die Auster bewegt sich im Wasser dadurch, daß sie ihre Schalen mit außerordentlicher Geschwindigkeit öffnet und zusammenklappt. Der Hummer, der die Auster fangen will, würde schlimm ankommen, wenn er versuchen wollte, seine Fangscheere zwischen die Schalen zu stecken, da die Auster mit so außerordentlicher Kraft die Schalen zu schließen versteht, daß der Räuber ihr Gefangener werden würde. Er bedient sich deshalb der List, im Augenblicke des Oeffnens einen Stein zwischen die Schalen zu stecken, so daß sie sich nicht schließen kann und die Auster seine Beute wird.

Aber auch bei der Vertheidigung ihres Lebens werden die Thiere von wunderbaren Instinkten belehrt. Der Affe, der von einer Schlange angefallen zu werden fürchtet, ergreift einen Stein, springt blitzschnell hinzu und schlägt ihr das Gehirn entzwei. Der Instinkt sagt ihm also, daß dies die einzige Stelle ist, wo er die Schlange tödlich treffen kann, denn nirgends als an dieser Stelle würde er im Stande sein, die Schlange mit Erfolg anzugreifen.

VI. Instinktmäßige Wahl der Nahrungsmittel.

Wir haben noch eines allgemeinen, allen Thieren eignen Instinkts in Bezug auf die Nahrung zu erwähnen, bevor wir zu dem besonderen Triebe kommen, der in der Ansammlung von Vorräthen besteht, welche viele Thiere vornehmen.

Die Thiere sind mit einem besonderen Erkennen aller der Speisen begabt, die für sie förderlich sind, und ein eigener Trieb hält sie ab, schädliche Speisen zu sich zu nehmen. Was der Mensch selbst beim aufmerksamsten Beobachten seiner Natur und nach mannigfachen Erfahrungen nicht entschieden gewahr wird, das ist jedem Thiere ohne Weiteres gegeben. Der Mensch genießt mannigfache Speisen, von denen es zweifelhaft ist, ob sie ihm dienlich sind; beim Thiere kommt dies nicht vor, und noch weniger kann man sagen, daß irgend ein Thier im Naturzustande im Verzehren von Speisen so unmäßig ist, sich Krankheiten durch Zuvielessen zuzuziehen.

Dieser Instinkt der Thiere erstreckt sich nicht auf die Nahrungsmittel allein, sondern auch auf alle Dinge, die sie zum Lebensunterhalt bedürfen und die man nicht als Speisen bezeichnen kann. Es ist bekannt, wie sehr die Tauben es lieben, den Kalk von den Wänden abzuessen, wie viel Sand die Hühner mit ihren Körnern mit verzehren. Diese Stoffe, die zur Erhaltung der Knochen und zur Bildung der Eierschalen dieser Thiere nothwendig sind, werden also, obwohl sie keine eigentlichen Nahrungsmittel sind, von denselben aufgesucht und verzehrt, und es leitet sie hierbei ein Instinkt, der in der ganzen Thierwelt allgemein herrschend ist.

Der Widerwille der Thiere gegen ihnen schädliche

Speisen ist so groß, daß viele von ihnen lieber verhungern, ehe sie Speisen genießen, zu denen ihnen die Natur nicht die Neigung verliehen hat, während es fest steht daß verhungernde Menschen Dinge verschlingen, die nicht eine Spur eines Nahrungsstoffes für sie darbieten.

Nur in einzelnen Fällen findet sich bei den Menschen ein ähnlicher Trieb ein, der ihnen einen sonderbaren Appetit auf Dinge verleiht, die ihnen sonst als Speisen widerstreben würden. Man will diese Fälle in Krankheiten beobachtet haben, sicher aber findet dies in der Schwangerschaft der Frauen statt, während welcher sie oft unwiderstehlichen Appetit haben, Dinge zu verzehren, die ihnen sonst widerwärtig sind. Daß dieser Appetit, der oft von einer Verstimmung des Nervensystems herrührt, immer von einem richtigen Naturinstinkt geleitet ist, läßt sich zwar mit Sicherheit nicht behaupten, indessen ist es bekannt, wie schädlich oft die Versagung des Begehrten auf die Frauen einwirkt, und wie in den meisten Fällen die Gewährung nicht von den zu vermuthenden schädlichen Folgen begleitet ist, ja der oft vorkommende Appetit der Schwangern nach Kreide und Kalk hat einen richtigen Grund in der Nothwendigkeit dieser Stoffe für die zu bildenden Knochen des Kindes.

Merkwürdig ist es, daß das Thier nur dann so außerordentlich vom Instinkt begünstigt ist, wenn es im Naturzustande verbleibt, während sich kultivirte Thiere wohl von der Leckerei verleiten lassen, zu viel oder Schädliches zu essen. Eben so findet der Widerwille der Thiere gegen Gifte nur dann statt, wenn die Gifte im Naturzustand sind, wogegen unzählige Beispiele beweisen, daß künstlich vergiftete Speisen auch von Thieren genossen werden, ohne daß der Instinkt sie davon zurückhält.

Aus solchen Fällen nimmt man am entschiedensten

wahr, wie der natürliche Instinkt nur mit dem Naturzustande harmonirt, und wie beim Hinausgehen aus dem Naturzustande die versorgliche Leitung der Natur aufhört.

VII. Instinkt zum Sammeln und Aufspeichern der Nahrungsmittel.

Der Trieb vieler Thiere, Speisen zu sammeln und aufzubewahren, ist nicht minder interessant als räthselhaft. Unmöglich kann dies von der Vorsorge der Thiere für nahrungslose Zeiten herrühren, denn selbst junge Thiere, die noch nie einen Winter erlebt haben, sammeln für die kommende Zeit des Winters Speisen ein. Auch Thiere, die in wohlversorgtem Gewahrsam unter der Obhut der Menschen leben, haben die Neigung, von den Speisen, die sie erhalten, Mehreres aufzubewahren, und zwar geschieht dies in der Jahreszeit, wo die Thiere dieser Art im Freien den Vorrath anzulegen beschäftigt sind. — Wir werden weiterhin noch einen hiemit verwandten Trieb erwähnen, der die Sorge für die Nahrung der Nachkommenschaft betrifft, ein Trieb, der um so wunderbarer ist, als er auch bei Thieren vorkommt, die niemals ihre Jungen sehen, weil diese erst im Frühjahr aus den Eiern kriechen, nachdem die Alten längst im Herbst gestorben sind.

Zu den bekanntesten Thieren, die den Instinkt zum Ansammeln von Speisen besitzen, gehört das Eichhörnchen, dessen possirliche Manier und Behändigkeit sprüchwörtlich ist. Mit einer Lebendigkeit sonder gleichen ist dies Thierchen im Herbst damit beschäftigt, Nüsse und Eicheln in hohlen Bäumen aufzusammeln. Meisthin begnügt sich das Thierchen nicht mit einem einzigen Ma-

gazin, indem dies durch einen Unfall, wie einen Umsturz des Baumes oder durch die Raubgier eines Feindes verloren gehen kann; es legt daher mehrere Magazine an verschiedenen Stellen an, und obwohl die Landschaft im Winter sehr verändert ist in ihrem Aussehen gegen die Landschaft in der Herbstzeit, weiß es dennoch mit großer Sicherheit die Nothmagazine aufzufinden, sobald es seine Zuflucht zu denselben nehmen muß.

Ein wunderbares Beispiel dieser Art giebt die Hasenmaus, ein Nagethier, unserm Kaninchen ähnlich, das in Sibirien einheimisch ist. Sie sammelt sich nicht nur die Kräuter zu ihrer Nahrung für den Winter, sondern läßt sie auch dörren in der Sonne, gerade so wie es die Bauern mit dem Heu machen, und bringt sie dann in eine Art Schober zusammen, wo sie vor Regen und Schnee bewahrt bleiben. Zuletzt gräbt die Hasenmaus Gänge von jedem Schober bis nach ihrer Wohnung, so daß sie im Winter ihre Speisemagazine mit großer Bequemlichkeit besuchen kann.

Indem wir von dem Ansammeln von Nahrung solcher Thiere, die in großer Gemeinschaft leben nnd deshalb kunstvolle Einrichtungen in ihren Wohnungen und Vorrathskammern treffen, später sprechen werden, wollen wir hier nur noch einiger Thiere erwähnen, die vom Instinkt getrieben werden, Schätze von Speisen anzusammeln und sie in eigens dazu hergerichteten Wohnungen zu verbergen.

Ein Beispiel dieser Art ist der Hamster, ein kleines, der Ratte sehr ähnliches Thier, das auf allen Feldern lebt. Der Eifer des Hamsters zum Einsammeln von Speisen ist sprüchwörtlich; das Thierchen baut sich aber zu diesem Zweck eine Wohnung, die zugleich einen so bequemen Aufenthalt darbietet, wie er sich für ein so gut

versorgtes reiches Thier ziemt. Der Hamster gräbt seine Wohnung unter der Erde aus, und zwar wie eine herrschaftliche Wohnung mit zwei Ausgängen. Der eine, der zum Ein- und Ausgehen bestimmt ist, liegt senkrecht, der andere, der dazu dient, um Erde oder andere überflüssige Dinge aus der Wohnung hinauszuschaffen, führt schräg nach der Oberfläche der Erde. Beide Gänge aber führen in eine Reihe von Höhlen, die mit großer Zierlichkeit rund gewölbt sind, und die unter einander durch einen schmalen Gang wie eine Gallerie verbunden sind. Eine dieser Zellen enthält ein Bette von trockenen Kräutern und ist die eigentliche Wohnung des reichen Hamster, die andern Höhlen dienen als Vorrathskammern, und enthalten stets so viel, daß das Thier die längsten Winter des Nordens überdauert.

Nicht alle Thiere aber, denen im Winter die Ernährung schwer wird, haben den Instinkt, sich Speisen anzusammeln. Es hat ihnen vielmehr die Natur einen andern Instinkt verliehen, durch welchen sie im eigenen Körper eine Art Speicher anlegen, und der sie leitet, einen solchen Reichthum von Nahrung in der Zeit des Sommers zu sich zu nehmen, daß sie den ganzen Winter, welchen sie schlafend zubringen, daran zehren und ihren Körper damit erhalten. Während dieses Schlafes lebt und athmet das Thier; nur ist das Leben ein sehr zurückgezogenes, denn das Blut circulirt nur äußerst langsam und der Athem wird fast unmerklich. Es findet daher bei diesen Thieren in der Schlafenszeit ein äußerst schwacher Stoffwechsel statt, und es reicht das Fett, mit welchem sie sich hinlegen, aus, um das Lebenslicht spärlich zu erhalten, bis dann die Wärme das Thier wieder erweckt, ihm aber auch zugleich neue Nahrung bietet.

Die Thiere, die den Winter schlafend zubringen, legen sich deshalb außerordentlich fett zu Bette, und stehen vollständig abgemagert wieder auf. Sie haben die Vorrathskammer in sich selber. Das bekannteste dieser Thiere ist das Murmelthier, welches man in den Alpen findet und das Savoyardenknaben in ihren Höhlen aufsuchen, woselbst sie schlafend liegen. Durch Erwärmen erwacht das Thier wieder vollständig, und wenn es in der Wärme verbleibt, so hat es seine ganze Munterkeit wieder und läßt sich leicht zu jenen kleinen Kunststücken abrichten, die die Savoyardenknaben hauptsächlich in Frankreich auf den Straßen zeigen. — Nicht minder ist der Bär bekannt, der gleichfalls den Instinkt hat, im Sommer viel Fettvorrath im Körper anzusammeln, und den Winter in einer Höhle schlafend zuzubringen und vom eignen Fett zu zehren.

Der Trieb vieler Thiere, auszuwandern, ist gleichfalls ein Instinkt, der oft mit der Ernährung zusammenhängt. Das Bedürfniß nach Nahrung treibt die Thiere aus kältern Gegenden in warme, woselbst die Nahrung nicht mangelt. Es ist also der Wandertrieb nur ein Ersatz des Instinkts, Nahrung anzusammeln, sei es in künstlichen Vorrathskammern, sei es im eignen Körper. Es kommen indessen beim Instinkt der Wanderung so eigenthümliche Erscheinungen hervor, daß wir denselben gesondert betrachten werden.

VIII. Kunst der Thiere bei Einrichtung ihrer Wohnungen.

Zunächst wollen wir die Kunst der Thiere, die nicht in Gemeinschaft leben, vorführen, welche sie bei Einrichtung ihrer Wohnungen an den Tag legen.

Eines der merkwürdigsten Beispiele dieser Art ist die Wohnung einer Gattung von Spinnen, die unter dem Namen Minir-Spinnen bekannt sind. Die Wohnung dieser Spinne besteht aus einer Grube, die sie sich in Lehmboden ausgräbt und die wie ein Fingerhut gestaltet ist. Die Wände der Grube verkleidet sie mit einem sehr festen Mörtel; die obere Oeffnung aber, die so groß ist, daß sie jedem Feinde Zutritt gestatten würde, verschließt sie mit einem Deckel, der sich ganz wie eine Fallthür in einer Angel bewegt, und zwar so genau auf die Oeffnung paßt, daß diese Thür als ein Muster für Zimmerleute gelten kann. Die Angel dieser Thüre spinnt die Spinne aus Fäden, die einen Bausch bilden, der an der Thür und dem obern Rande der Grube angebracht ist. Auf der andern Seite, da wo sich an Thüren das Schloß befindet, bringt die Spinne sowohl an der Thür wie an der Wand, an welche dieselbe anschließen soll, eine Reihe kleiner Löcher an, und wenn ein sie verfolgendes Thier die Thür zu öffnen versucht, steckt die Spinne ihre Beine in diese Löcher der Thür und der Wand, und verschließt sie auf solche Art fest genug, um ihres Lebens sicher zu sein.

Der Instinkt der Thiere, sich anzubauen und in irgend einer Weise sich häuslich einzurichten, steht in den meisten Fällen in genauem Zusammenhang mit dem Instinkt, für die Nachkommenschaft zu sorgen. Während das Leben der ältern Thiere nicht mehr so zart ist, daß es des künstlichen Schutzes bedarf, und das erwachsene Thier für sich höchstens für die Winterzeit eine Wohnung einrichtet, ist das Leben des jungen Thieres meist so zart, daß zur Erhaltung desselben eine eigne Einrichtung nöthig wird, und zu diesem Zwecke leitet die Natur durch den Instinkt die ältern Thiere an, eine Wohnung zu banen für die Jungen, die sie erzeugen sollen.

Allein dieser Instinkt ist in solchem Falle nur ein Theil eines andern Triebes, nämlich der Sorge für die Nachkommenschaft, und diese Sorge ist so außerordentlich und kommt unter so wunderbaren Erscheinungen vor, daß wir von derselben einige Beispiele anführen müssen.

Die Emsigkeit, welche die Vögel an den Tag legen zum Bau ihres Nestes, ist allbekannt. Mühsam sammelt der Vogel Grashalme, Spänchen, Thon, und bringt sie Stück um Stück zusammen, um ein Nest aufzubauen. Man kann nicht ohne Rührung diesen Fleiß mit ansehen, welchen sie auf die Einrichtung der Wiege ihrer Kinder verwenden. Ein Vogelnest ist immer ein höchst wunderbarer Bau, ist so kunstvoll verwebt und durch einander geschlungen, daß Menschenhände dergleichen nicht in so kurzer Zeit zu Stande bringen könnten. Und all' dies verrichtet der Vogel mit Hilfe des Schnabels und der Füße, die keineswegs zu kunstvoller Thätigkeit vortheilhaft eingerichtet sind. Ist aber das Nest fertig, so bereitet der Vogel ein weiches Lager in demselben durch Stückchen Moos, und beginnt nun Eier zu legen, um sie dann sofort auszubrüten.

Der Instinkt, für Nachkommenschaft zu sorgen, ist so groß, daß die Vögel, sonst so lebhaft und wenig zum Stillsitzen geneigt, wochenlang unbeweglich über den Eiern sitzend zubringen, so daß sie kaum mit Gewalt aus dieser Stellung zu bringen sind, und nur vom peinigendsten Hunger getrieben sie auf kurze Augenblicke verlassen. Es ist dies der Beginn eines Familienlebens, das bei den Thieren, so lange die Jungen noch nicht für sich selber sorgen können, von rührenden Zügen begleitet ist. Oft aber zeigt sich schon hier ein Zug des ehelichen Lebens, denn nicht selten übernimmt der Gatte die schwere Sorge, die über den Eiern sitzende Mutter zu ernähren, ihr Spei-

sen zuzutragen, und wenn sie davonfliegen muß, um sich den Durst durch einen Trunk zu stillen, setzt er sich statt ihrer auf die Eier, um diese vor dem Erkalten zu schützen.

Bewunderungswürdig tritt dieses eheliche Leben beim Storch auf. So lange die Störchin über den Eiern sitzt, steht der Storch vor ihr auf einem Bein und harrt bei ihr aus, klappert, vielleicht zu ihrer Unterhaltung, mit dem Schnabel und fliegt nur davon, um für das Weibchen Speise heimzubringen.

Daß im Bau der Nester nicht eine freiwillige Thätigkeit liegt, geht ganz unzweifelhaft daraus hervor, daß jedes besondere Thier angewiesen ist, seine besondere Gattung von Nest zu bauen. Nie lernt ein Vogel durch Beispiele eine andere Art von Nest zu errichten, als ihm die Natur angewiesen hat. Vögel, die man in Bauern gefangen hielt, woselbst sie nie ein Nest, wie es im Freien von ihrer Gattung gebaut wird, gesehen haben, und wo man ihnen künstliche Nester bereitete, die sie auch benutzen, sind ohne Weiteres, sobald man ihnen die Freiheit gab, darangegangen, Nester zu bauen, wie die Natur sie ihnen vorschreibt. Es sind deshalb die Nester charakteristisch für jede besondere Gattung. Während Ein Finken-Nest so aussieht wie das andere, unterscheidet es sich wesentlich vom Nest eines Vogels anderer Gattung. Es hat daher jedes Nest eine besondere Eigenthümlichkeit, und einzelne sind für ihren Zweck so bewunderungswürdig angelegt, daß sie das höchste Staunen erregen.

Eines der merkwürdigsten Nester ist das eines kleinen Vogels in Indien, der unserm Dompfaff ähnlich sieht. Der Vogel, der es baut, hat den Namen Baya, und er legt das Nest so an, daß die Affen, Schlangen und Eichhörnchen, die besondern Appetit nach den Eiern und den Jungen haben, dasselbe nicht erreichen können. Zu diesem

Zwecke baut der Baya sein Nest am äußersten Ende eines biegsamen Zweiges, der nicht im Stande ist, ein anderes Thier zu tragen. Zu mehrerer Sicherheit aber stellt er sein Nest nicht aufrecht, sondern baut es in der Gestalt einer länglichen Birne, hängt es mit der Spitze durch sehr künstliche Verschlingungen von Gräsern an den Zweig und läßt den Eingang nicht oben, sondern unten, so daß man nur fliegend hineingelangen kann. Dieses hängende Nest ist von langen Gräsern hergestellt und in zwei Abtheilungen getheilt, in deren einer das Weibchen sitzt und die Eier ausbrütet, während das Männchen die ganze Zeit hindurch in der andern Abtheilung sitzt und seine Gattin durch Gesang unterhält.

Noch interessanter ist das Nest eines kleinen Vogels im Orient, der unsern Grasmücken ähnlich ist. Das Nest besteht aus Blättern des Baumwollen-Baumes, die das Thierchen im wirklichen Sinne des Wortes zusammennäht. Es spinnt mit Schnabel und Beinen wirkliche Fäden aus Baumwolle, sticht Löcher in die Blätter, zieht die Fäden durch und näht so Blatt an Blatt, bis das Nest fertig ist.

IX. Vorsorge der Insekten für ihre Jungen.

Wir haben bereits bei dem Baue der Nester die Sorgfalt der Thiere für ihre Jungen bewundert. Noch wunderbarer tritt diese Erscheinung aber in Geschlechtern der Insekten hervor.

Solche Insekten, die niemals ihre Nachkommenschaft sehen und die niemals ihre Eltern gesehen haben, weil stets die Jungen erst im Frühjahre aus den Eiern kriechen, während die Alten bereits im Herbste starben, auch

solche Insekten verrathen eine ungemein große Vorsorge für ihre Jungen und legen die Eier dorthin, wo sie am leichtesten von der Sonne ausgebrütet werden, wie z. B. Schmetterlinge, die meist an der Sonnenseite der Bäume Eier legen und sie mit einem warmen Gespinnst umgeben, damit sie dort überwintern können. Im Monat August hat man Gelegenheit, diese wunderbare Erscheinung von einem Schmetterling zu beobachten, der bei uns zu den gewöhnlichsten gehört. Es ist ein weißer Schmetterling, den man kurze Zeit, nachdem er aus der Puppe herausgekrochen ist, herumflattern sieht; aber sein Leben ist kurz, es ist nur der Begattung gewidmet, und schon zwei Tage, nachdem das Thierchen die Hülle der Puppe verlassen hat, sieht man es auf allen Landstraßen in großer Masse auf der Sonnenseite der Bäume woselbst sich das Weibchen niederläßt und Eier legt und über den Eiern auch gleich erstarrt und stirbt. Dort, wo das Weibchen gesessen, bemerkt man leicht eine pelzige braune Erhöhung, etwa so groß wie ein Zweipfennigstück, und nimmt man den Pelz ab, so bemerkt man, daß eine große Anzahl Eier sorgfältig damit umhüllt war, zum Schutz gegen den Winter, damit der Frühling und die Frühlinssonne die Eier noch unverdorben antreffen möge. Die dann aus den Eiern kriechenden jungen Raupen finden ihre Nahrung sofort in der Nähe und ahnen nicht die mütterliche Sorgfalt, die die Natur hierbei in den Schmetterling gelegt.

Noch interessanter ist es, wenn man bemerkt, wie manche Insekten ihre Eier mitten in Stoffe hineinlegen, die das Insekt selber weder zum Bau noch zur Speise braucht, die aber der Larve zum Hause oder zur Nahrung dienlich sind, die sich aus dem Ei entwickeln wird.

So legt die bekannte Kleidermotte, ein silbergrauer

kleiner Schmetterling, die Eier in Pelzwerk und Wollenzeug. Die kleine Raupe, die dort auskriecht, nagt die Wollen- und Pelz-Fäserchen ab und baut sich aus denselben eine Röhre, in welcher sie wohnt und welche sie verlängert und erweitert, sobald sie weiter wächst. Bedenkt man, daß der Schmetterling weder die Kunst versteht, eine solche Röhre zu bauen, noch einer solchen Wohnung bedarf, daß aber dennoch sein Trieb ihn leitet, das Ei dort hinzulegen, wo die künftige Brut, die er nicht sehen wird, das Material zum Bau vorfindet, so hat man Ursache, die Natur selbst von einer Vorsehung geleitet anzunehmen, die im Thiere, einem blinden Werkzeug ihrer Gesetze, wirksam ist.

Bei weitem interessanter noch ist in dieser Beziehung das, was man an einem Käfer wahrnimmt, der den Namen „der Todtengräber" führt. Dieses Thier legt seine Eier in den verwesenden Körper eines Thieres, damit die Jungen, wenn sie auskriechen, sofort mitten im Aas desselben sich befinden, von welchem sie sich nähren. Legt man nun im Sommer einen todten Maulwurf oder eine todte Maus, einen Vogel u. dgl. auf trockene Erde nieder, so fliegen sofort, vom Geruch angezogen, die Todtengräber herbei, untersuchen die Erde und scharren sie mit ihren kräftigen Vorderbeinen unter der Leiche weg, bis diese einige Zoll tief in die Erde hinein versinkt. Hierauf scharren die Käfer die Erde oben über die Leiche zusammen, und nach vollbrachtem Geschäft begiebt sich das Weibchen sofort hinunter in's Grab, um in den Leichnam etwa 30 Eier zu legen. Merkwürdig ist folgende Erzählung, die ein zuverlässiger Naturforscher, Clairville, von dem Todtengräber mittheilt:

„Ich trat einst an einem schönen Maitage in meinen Garten bei Winterthur und bemerkte in einem der Wege

eine todte Maus ausgestreckt, die sich von Zeit zu Zeit hin und her bewegte. Als ich sie mit dem Stocke umwendete, erblickte ich einen Todtengräber, der ohne Zweifel durch sein Bemühen, dieses Aas zu begraben, jene Bewegung bewirkt hatte. Auch ließ er sich durch mich in seinem Vorhaben keineswegs irre machen, sondern fuhr emsig fort, sein Todtengräberamt zu betreiben, welches ihm jedoch, aller Anstrengung ungeachtet, nicht gelingen wollte, weil der Boden festgestampft und zugleich mit grobem Kiessande überschüttet war. Endlich schien er es aufgeben zu wollen, er verließ die Maus und lief eine ziemlich weite Strecke im Weg fort. Nach einigem, wie mir däuchte, ganz zwecklosem Hin- und Herlaufen, wendete er sich seitwärts nach einem Gartenbeete. Kaum spürte er hier lockern Boden, als er sofort sein voriges Scharren wieder begann, und da dieses hier weit besser von Statten ging, so sah ich ihn bald geraden Weges nach der Maus zurückkehren, die er nun durch Zerren, Stoßen und Schieben fortbringen zu wollen schien. Allein sein Bemühen war ohne Erfolg, und nach manchem vergebens wiederholten Versuche flog er endlich plötzlich auf und davon. Somit glaubte ich nichts gewisser, als daß er das ganze Unternehmen völlig aufgegeben habe. Allein wie groß war mein Erstaunen, als ich ihn nach wenigen Augenblicken mit drei oder vier andern seines Gleichen zurückkehren sah. Wie verabredet, krochen alle augenblicklich unter den todten Körper, der nachher anfing mobil zu werden und auf dem Rücken der Käfer zwar langsam, aber geraden Weges nach jenem Gartenbeete sich fortbewegte. Als der sonderbare Leichenzug auf der Stelle, wo der Käfer zuvor gescharrt hatte, angelangt war, ging die Bestattung des Leichnams förmlich vor sich. Immer tiefer senkte er sich in den Boden ein; endlich erschienen

sämmtliche Todtengräber auf der Oberfläche, und in großer Schnelligkeit war das Grab bald zugescharrt, worauf sie theils davonflogen, theils aber sich in das Grab verkrochen."

Man muß sich bei Beobachtung des Instinkts der Thiere ganz besonders hüten, dem Thun der Thiere eine Art moralischen Charakter beizulegen. Man wird nur zu oft durch die auffallendsten Thatsachen hierzu verleitet, und hat auch nicht Unrecht, wenn man diesen moralischen Charakter in manchen Zügen erkennt; nur darf man nie vergessen, daß er nicht im Geiste des Thieres vorgeht, sondern in dem großen Geiste der Natur, der im Thiere ohne dessen Selbstbewußtsein thätig ist. Die Sorgfalt der Thiere für die Jungen ist nicht zu verwechseln mit dem beseligenden bewußten Gefühl der Kindes- und der hierzu gehörigen Elternliebe. Man hat Thiere, die auf ganz eigene Art für ihre Jungen sorgen. So z. B. legt der Kukuk wirklich seine Eier in das Nest fremder Vögel, wie der Grasmücken, der Goldammern, der Amseln und anderer Insekten fressender Vögel; und die Brütvögel werden für dieses fremde Kind zärtliche Mütter und versorgen es, obwohl dadurch gerade die eigene Brut dem Untergange entgegengeführt wird. — Es ist nämlich eine Thatsache, daß die wirklichen Jungen der Brütvögel, welche ein Kukuksei ausbrüten, jedesmal dem Tode geweiht sind. Wie einige Naturforscher beobachtet haben wollen, rührt dies daher, daß der alte Kukuk die Eier, die er im fremden Neste vorfindet, zerstört, so daß die Brut nicht auskommt; der berühmte Jenner jedoch, der Erfinder der Pocken-Impfung, hat die Beobachtung gemacht, daß der junge Kukuk die Stiefgeschwister, so wie sie aus den Eiern kommen, mit vielen Kunstgriffen erfaßt und aus dem Neste zu werfen versteht, so daß sie zur Erde stür-

zen und dort umkommen. Und bei all' dem hört die Pflege des Brutvogels gegen den mörderischen Eindringling nicht auf, und er erfüllt nach wie vor, ohne die eignen Jungen zu vermissen, die Mutterpflicht gegen ihn, bis der junge Kukuk das Nest verläßt.

Es ist nicht erklärt, weshalb der alte Kukuk nicht selber das Geschäft der Brütung übernimmt. Man glaubt den Grund darin zu finden, daß das Kukuksweibchen nur alle 4—6 Tage ein Ei legt, und so also, bevor sie zum Brüten käme, die ersten Eier bereits der Fäulniß anheim gegeben wären. Wunderbar aber ist die Beobachtung, die man gemacht hat, daß die Kukuksmutter in der Nähe des Nestes bleibt, in welches sie das Ei gelegt hat, und daß der junge Kukuk zur Mutter zurückkehrt, wenn er aus der fremden Pension herauskommt, und sich von der Mutter nun im Fliegen und Einfangen von Insekten und allen übrigen Kukuks-Kunststücken unterweisen läßt.

X. Elterlicher Unterricht der Thiere.

Höchst interessant ist es, diesen Unterricht, wie überhaupt den der Thiere, welchen sie ihren Jungen ertheilen, mit anzusehen. Der Storch und die Störchin lehren mit großer Umsicht und Sorgfalt die Jungen den merkwürdigen Stelzengang, machen es ihnen vor und sehen zu, wenn sie es ihnen nachmachen. Ja, sie beißen das Junge, welches ihre Lehrergeduld auf zu harte Proben stellt und nicht schnell genug die rechte Manier lernt. Das Stehen auf Einem Beine, das Drehen des Kopfes, das Halten der Flügel, alles ist ein besonderer Kursus des Unterrichts. Besonders ungeschickt benehmen sich die Vögel beim ersten Fliegen; und hier ist die Geduld der Alten

bewunderungswürdig. Der Storch und die Störchin machen gleichzeitig die Bewegung des Fliegens vor, erheben sich ein wenig in die Luft und schweben dann sofort wieder zurück, und wiederholen dies, bis die Jungen ein Gleiches zu thun beginnen. Nun erst gehen sie weiter und machen größere Kreise im Fliegen, und bringen es so von Stufe zu Stufe, bis die Jungen mit ausfliegen auf die Jagd und nun das Ergreifen von Eidechsen und Fröschen studiren.

Wie die Katze den mütterlichen Unterricht ertheilt, ist eine bekannte Thatsache. Sie fängt eine Maus und bringt sie lebendig zum jungen Kätzchen. Hierauf läßt die Mutter das Mäuschen los und dies ergreift die Flucht. Kaum ist es jedoch zehn Schritte weit geflohen, da springt die Mutterkatze mit einem Satze nach und fängt es wieder ein, und wieder hält sie es eine Weile im Maul und macht das junge Kätzchen darnach lüstern. Bald aber läßt sie wieder das Mäuschen los und die Flucht ergreifen, und zeigt wieder, wie man es einholt und einfängt, und dies wiederholt sie so lange und läßt die Maus so lange lebendig und immer wieder die Flucht ergreifen, bis die junge Katze den rechten Fangsprung macht und das Mäuschen einfängt, das nun seine alleinige Beute bleibt.

Wir haben es bereits erwähnt, daß bei solchen Familien-Scenen oft ein eheliches Leben sich zu erkennen giebt und wie manche männliche Vögel im Brutgeschäft die Gattin ablösen oder ihr Gesellschaft leisten und zuweilen auch die Erziehung der Jungen mit leiten. Ein noch ausgebildeteres Beispiel zeigt sich in jedem Hühnerhofe, wo ein Haushahn unter seinen Hennen und Jungen herumspaziert. Es tritt hier ganz unverkennbar der Zug des Familienlebens auf, in welchem der Haushahn das

Regiment führt und mit merkwürdiger Galanterie und Strenge zugleich sein Benehmen einrichtet. Er ist der Beschützer des ganzen Hühnerhofes und zieht oft in feierlichem Gange an der Spitze des ganzen Trosses einher. Findet er ein Korn, so ruft er die Familie und überläßt es großmüthig den Andern. Entsteht ein Streit zwischen ihnen, so ist er sofort geschlichtet, wenn der Haushahn dazwischen tritt. Bei Strafe darf es kein Hähnchen wagen, sein Kikriki vor dem Haushahn hören zu lassen. Hört er den Ruf einer Henne, die ihm anzeigt, daß sie ein Ei gelegt, so eilt er sofort zu ihr hin und stimmt in ihren Freudenruf mit ein. — Bringt man aber einen andern fremden Hahn auf den Hof, so beginnt er einen Kampf der Eifersucht mit ihm auf Tod und Leben und ruht nicht eher, bis der Feind oder er selbst vernichtet ist.

Hier also sind im Instinkt die Spuren der Ehe, der Familie und des Eigenthums erkennbar angedeutet.

XI. Das Benehmen der Thiere gegen ihre Feinde.

Zu den auffallendsten Instinkten gehört die Art, wie das Thier seinen Feind erkennt, wie es sich vor ihm zu hüten sucht und wie es sich ihm gegenüber vertheidigt.

Läßt man zu einem jungen Salamander im Glase, der nie einen Blutegel gesehen hat, ein solches Thier, so bemerkt man sofort das Entsetzen des Salamanders vor dem blutdürstigen Gaste. Daß hier nicht etwa eine Luftart, die dem Blutegel entströmt, dem Salamander so widerwärtig ist, daß er die Flucht ergreifen muß, geht aus einem Versuche hervor, bei welchem man ein Glas durch eine Glaswand in zwei Abtheilungen trennte, und in die

eine den Salamander, in die andere den Blutegel brachte. So lange man eine undurchsichtige Wand zwischen die Thiere schob, errieth das eine nichts von der Anwesenheit des andern, sobald man aber die undurchsichtige Wand wegnahm, und nun die Glaswand es gestattete, daß die Thiere sich sahen, bemerkte man sofort an dem Benehmen der Thiere, daß sie Blutsfeinde seien und sich als solche erkannten.

Es findet ein Gleiches bei allen Thieren statt, die nicht zu den Hausthieren gehören; bei diesen letzteren jedoch verliert sich oft der Instinkt der Feindschaft, wie überhaupt manche andere Naturinstinkte.

Und doch kann es eben nur ein blinder Instinkt sein, der den Feind errathen läßt, denn man beobachtet Fälle, wo Thiere, die sonst mit feinem Instinkt begabt sind, ganz blind, trotz der mannigfaltigsten Erfahrung, in den Tod rennen. Die Ameisen, die mit so merkwürdigen Instinkten versorgt sind und welche man zu den gescheitesten Thierchen rechnen möchte, setzen sich haufenweise auf die lange Zunge des Ameisenbärs, der sie mitten in das Nest hineinsteckt, und werden so seine Beute, indem er die Zunge voll Ameisen wieder in den Mund hineinzieht. Hier ist die Einsicht, die man sonst den Ameisen nachrühmt, ganz stumm, weil eben der Instinkt hierüber schweigt. Oft aber führt der Instinkt die Thiere sogar gerade ins Verderben. Die Mücke, die sonst vortrefflich dem Tode zu entfliehen weiß, kann der Lust, sich an einer Lichtflamme zu erwärmen, nicht widerstehen; vergebens warnt sie die Erfahrung, daß sie sich an der Flamme verbrennen wird. Sie fliegt einmal heran und ergreift, halb verbrannt, noch glücklich die Flucht; aber die Lehre ist umsonst, wo der Instinkt schweigt, sie meidet die Flamme nicht; im Gegentheil, der Instinkt treibt sie,

sich im Lichte zu sonnen, und sie wiederholt ihr Vergnügen, der Erfahrung zum Trotz, so lange, bis die Luftströmung um die Flamme sie ergreift und in den Tod stürzt.

Wir haben es bereits erwähnt, daß der Instinkt der Thiere sie überhaupt nur in Zuständen leitet, die in der Natur selbst sich darbieten, daß aber künstlichen Zuständen gegenüber die Natur sie verläßt, und wir haben gesehen, wie Thiere, die in der Natur Gifte meiden, künstlich vergiftete Speisen harmlos genießen. Es findet ein Gleiches auch in den Lebensgefahren statt, die der Mensch dem Thiere künstlich bereitet. — Die Fliege kann Tausende ihrer Genossen auf dem Fliegenleimstocke kleben und sich zu Tode quälen sehen, sie wird dadurch nicht abgehalten, sich neben sie zu setzen und in den Tod zu gehen. Die schlauesten und vorsichtigsten Thiere gehen in die plumpste Falle und kehren in dieselbe zurück, wenn sie ihr einmal glücklich entronnen sind. Der Fuchs, ein Thier, das mit einem listigen Wesen seine Beute zu erhaschen weiß, läßt oft ein Bein im Fangeisen, um zu entfliehen und das Leben zu retten; aber die Erfahrung macht ihn nicht klüger und er meidet es nicht, wenn er ihm auf dem Wege wieder begegnet. Nur die durch Erziehung klug gewordenen Hausthiere machen Erfahrungen und wissen sie anzuwenden; denn Erziehung ist eben nur eine Folge von Wahrnehmungen durch die Erfahrung.

Interessanter noch als das instinktmäßige Erkennen der Feinde ist bei dem Thiere die Art, wie sie sich vor denselben wahren, mit denselben kämpfen und sie zu bewältigen suchen.

Das Stachelschwein läßt sich gar nicht in einen Kampf mit einem Feinde ein. Es rollt sich zusammen, stellt

seine Stacheln hoch auf und liegt ruhig, wie im Bewußtsein, daß ihm kein Thier etwas anhaben kann. Der Stacheligel thut es ebenso, nur zuweilen rennt er das Thier von dem er angegriffen wird, etwas an, ohne es jedoch zu verletzen.

Der Fuchs weiß sehr wohl sich der ihn jagenden Hunde dadurch zu erwehren, daß er seinen Schwanz mit seinem beißenden Harn benetzt und diesen den Hunden in die Augen spritzt. — Das Stinkthier, ein Wiesel in Nordamerika, hat einen entsetzlich stinkenden Saft in einer Blase und spritzt ihn den Feinden entgegen, um sie von seiner Verfolgung abzuhalten. Der Tintenfisch spritzt einen schwarzen Saft ins Wasser, wenn er verfolgt wird, und trübt dasselbe so, daß der Verfolger ihn nicht sieht. Ja, die Spinnen stellen sich todt, wenn sie von übermächtigen Thieren angegriffen werden, und bleiben stundenlang in dieser Lage, ohne sich zu rühren. In all' solchen Fällen, die unendlich viel in der Thierwelt vorkommen, giebt sich deutlich genug kund, daß der Instinkt gewisser Aeußerungen fähig ist, die mit wohlüberlegten Handlungen die allergrößte Aehnlichkeit haben.

XII. Der Instinkt der Geselligkeit.

Während all' die Instinkte, die wir bereits aufgeführt haben, fast allen Thieren gemeinsam zukommen, giebt es noch zwei besondere Instinkte, die nur bei einzelnen Thieren vorkommen und bei anderen fehlen. Es sind dies die Instinkte der Geselligkeit und der Wanderung.

Diese beiden Instinkte sind insofern mit einander verbunden, als der Instinkt der Wanderung meist immer den Instinkt der Geselligkeit voraussetzt; denn wenn es

auch Thiere giebt, die an Ort und Stelle einsam und ungesellig leben, so sammeln sie sich doch zu einer ganzen Gesellschaft, sobald sie eine Wanderung antreten, und führen während der Wanderung ein Leben, das entschieden den Charakter einer organisirten Gesellschaft an sich trägt.

Man kann daher annehmen, daß jedem Wanderthiere der Trieb der Geselligkeit beiwohne, während nicht immer mit dem Triebe der Geselligkeit auch die Wanderlust vorhanden ist.

Im Allgemeinen ist der Geselligkeitstrieb mit einem hohen Grade von Kunsttrieb verbunden. Derselbe Instinkt, der Thiere anleitet, in großer Gemeinschaft mit ihres Gleichen zu leben, derselbe lehrt sie auch, Ordnung in der Gesellschaft zu erhalten und gemeinsame Arbeiten auszuführen. Mit dem Instinkt der Geselligkeit ist immer der Instinkt des künstlichen Schaffens verbunden. Wenn Thiere bei einander leben, erhalten Wohnung, Arbeit, Lebensweise, Vertheidigung und Angriff und Jugenderziehung immer einen ganz bestimmten eigenthümlichen Charakter, der an menschliche Kultur erinnert. Die Thiere bilden einen Staat, der zum Theil auf die geschlossene Familie, zum Theil auf die freie Gesellschaft gegründet, zum Theil gemischten Charakters ist.

Darum darf man auch die Vereinigung von Thieren zu einem gemeinsamen Zwecke nicht mit dem Instinkt der Geselligkeit verwechseln. Sowohl Wölfe wie Hyänen vereinigen sich oft zu gemeinsamen Raubzügen, und während des Zuges schaaren sich noch mehr an, so daß sie gemeinschaftlich ihre Jagd machen; aber sie leben nicht bei einander, sondern trennen, ja befeinden sich, sobald der gemeinschaftliche Jagdzug vollbracht ist. Es ist offenbar, daß sie nicht vom Geselligkeitstriebe, sondern von dem

bei jedem Einzelnen gleich starken Triebe des Hungers gemeinsam zu einer Handlung, die diesem Triebe Befriedigung verspricht, angehalten werden. Ist der Hunger gestillt, so hat das Band der Gemeinsamkeit auch aufgehört. — Ganz wie der Angriff und der Raubzug vereinigt oft auch der Trieb der Vertheidigung eine Masse gleicher Thiere und läßt sie für einen Augenblick eine geschlossene Gesellschaft bilden, die ihren Zweck nach einem bestimmten Plane durchführt. So z. B. lebt das Pferd in der Wildniß zwar in Gemeinschaft mit seines Gleichen, aber sie bilden deshalb immer noch nicht eine Gesellschaft, denn sie führen keinen gesellschaftlichen Zweck aus. Sobald sie jedoch von Raubthieren angegriffen werden, vereinigen sie sich sofort zu einer Vertheidigungsgesellschaft, schließen zu diesem Zweck einen Kreis, indem sie sich alle mit den Köpfen an einander stellen und einen Ring bilden, in dessen innerem Raume Kopf an Kopf sich befindet, und dessen Außenseite von den Hintertheilen der Pferde gebildet wird, so daß die Hinterbeine, die Hauptvertheidigungswaffe der Pferde, ringsherum eine Waffenmauer bilden, die so leicht kein Raubthier durchbrechen kann. Bemerken die Pferde, die den Kopf zwischen den Vorderbeinen halten, um die Feinde beobachten zu können, bemerken sie, daß ein Pferd trotzdem den Raubthieren zum Opfer gefallen ist, so schließen sie sofort wieder den Kreis und füllen die Lücke, die dadurch entstanden ist, aus.

Es läßt sich gar nicht verkennen, daß hier schon ein gesellschaftlicher Zweck zum Vorschein kommt, der bei weitem höher steht, als die Vereinigung der Raubthiere zu einem Raubzuge, auch hat man bei den Pferden insofern eine wirkliche Organisation ihrer Vertheidigungsgesellschaft bemerkt, als sie die schwachen und die jungen Pferde

oft in die Mitte des Kreises nehmen. Gleichwohl ist diese Organisation nur für einen bestimmten Zweck vorhanden, und man kann deshalb diesen Gesellschaftsinstinkt immer nur noch als einen untergeordneten erkennen.

Ein höherer Grad des Gesellschafts-Instinkts thut sich an solchen Thieren kund, die zwar nicht in Geselligkeit und mit gemeinschaftlichem Eigenthum leben, aber doch ihre Wohnungen unter gemeinschaftlichem Dache einrichten. Am Vorgebirge der guten Hoffnung lebt eine Gattung Sperlinge, denen man den Namen Republikaner gegeben hat. Sie bauen zu vielen Tausenden ein einziges ungeheures Schirmdach um den Stamm eines hohen Baumes, so daß der Baum mit dem Dache wie ein ungeheuer riesiger ausgespannter Regenschirm aussieht; und in diesem Dache hat jeder Vogel sein besonderes Nest. Sie besitzen also zwar ein gemeinschaftlich erbautes Eigenthum, aber sie leben nicht gemeinschaftlich, theilen weder ihren Ueberfluß noch ihren Mangel und scheinen nur den Raum unter dem Dache gemeinschaftlich zu benutzen.

Wo der Trieb der Geselligkeit noch weiter ausgebildet ist, da bemerkt man, daß die Thiere ihre Wohnungen vor den Nachbarn nicht absperren, sondern sie wo möglich durch Gänge mit einander in Verbindung setzen. So zeigt es sich bei den Kaninchen. Wenn man zwei Kaninchen-Familien nicht gar zu weit von einander ihre Wohnung in die Erde graben läßt, so bemerkt man bald, daß sie einen unterirdischen Gang von der einen Wohnung zur andern anlegen, als ob ihnen der freundschaftliche Umgang auf der Oberfläche der Erde nicht intim genug wäre.

XIII. Verständigung der Thiere unter einander.

Ein höherer Geselligkeits=Instinkt giebt sich schon bei den Elephanten und Affen kund. Sie leben nicht nur in der Wildniß gemeinschaftlich, sondern ihre Vereinigung hat den Charakter einer geschlossenen Gesellschaft, indem sie bei ihren Zügen die Rollen vertheilen und Vorposten und Schildwachen ausstellen, die ihnen ein Zeichen geben müssen, wenn Feinde nahen. — In dieser Theilung der Arbeit, in dieser Anordnung, daß der eine thätig sein muß für die übrigen, liegt der Zug des gesellschaftlichen Lebens, und zu diesem gehört denn auch die gegenseitige Verständigung durch Mittheilung.

Immer gehört die Art der Verständigung der Thiere unter einander zu den unerforschten Dingen; aber es ist über allen Zweifel festgestellt, daß die Thatsache vorkommt. Es ist möglich, daß bei den meisten Fällen nur ein Verständniß stattfindet ohne beabsichtigte Mittheilung. Die Wölfe, die ihren Genossen leidenschaftlich nach einem Orte hinstürzen sehen, mögen verstehen, was ihn treibt, ohne daß der Wolf die Absicht hatte, sich mitzutheilen. Sie sehen das Funkeln seiner Augen, das Lechzen seiner Zunge und das reizt sie zu gleicher Handlung. Sie vereinigen sich demnach in einer Leidenschaft, ohne sich zu verständigen. Sie verstehen einander dadurch, daß sie unwillkürlich errathen, was in ihnen vorgeht; nicht dadurch, daß sie sich willkürlich dasselbe mittheilen. — Und so mag es bei unzähligen Fällen sein, wo man Beispiele zu sehen glaubte von der Mittheilungsgabe der Thiere. Wo aber wirklich, wie bei Elephanten und namentlich bei Affen, ein Posten ausgestellt wird, der die Aufgabe hat, durch ein Zeichen das Nahen einer Gefahr den Andern mitzu=

theilen, da ist schon Mittheilung vorhanden, jene höhere Art der Verständigung, aus der im höchsten Grade der Ausbildung die Sprache entsteht.

Wo Zeichen solcher Verständigung durch Mittheilung bei Thieren vorkommen, da ist der Gesellschaftstrieb ohne allen Zweifel in hohem Grade ausgebildet. Die Elephanten bewegen sich auf das Kommando eines Thieres, das sie leitet nach der einen oder andern Seite, selbst wenn der Leiter stehen bleibt. Sie versammeln sich auf seinen Ruf und ziehen sich auf Ordre zurück. Die Affen haben noch bestimmtere Mittheilungsgaben. Auf einen bestimmten Ruf klettern sie alle auf Bäume, kehren um, gehen vor, bewaffnen sich mit Knütteln oder ziehen sich zurück. Wird Jemand aus ihrer Gesellschaft gefangen oder geräth er in Gefahr, so stehen sie ihm bei und befreien ihn auf sein Geschrei. Das Alles ist ein Zeichen, daß eine gewisse Gemeinsamkeit zwischen ihnen stattfindet, in welcher schon in ansehnlichem Grade Einer für Alle und Alle für Einen einstehen.

Merkwürdig ist, daß bei dem Instinkt nicht dieselbe Stufenleiter stattfindet, die die Thiere in ihrer leiblichen Bildung darstellen. Die Thiere niedrigster Gattung sind zwar auch nur mit niedrigen Instinkten begabt, aber die Thiere höherer Gattung besitzen nicht immer einen höhern Grad des Instinkts. Vielmehr sind es Insekten, bei denen man den vollendetsten Grad des Instinkts beobachtet, obwohl sie in ihrer leiblichen Bildung niedriger stehen als die Wirbelthiere. Da sich bei einigen Insekten so eigentlich die Natur des Instinkts beobachten läßt und auch am meisten beobachtet ist, so wollen wir einige Beispiele hier etwas ausführlicher behandeln und zu diesem Zwecke das Leben der Bienen, Ameisen und die weniger bekannten Termiten hier vorführen.

Bevor wir dies indessen thun, müssen wir noch Folgendes vorausschicken:

Wir haben bisher die Instinkte einzeln betrachtet und Beispiele für dieselben angeführt, müssen jedoch nunmehr sagen, das verschiedene Instinkte zwar bei einzelnen Thieren stärker ausgebildet sind als bei andern, aber im Allgemeinen besitzen alle Thiere alle einzelnen Instinkte. Mit Ausnahme des Wander-Instinkts, den wir noch aufführen werden, besitzt jedes Thier den Ernährungs- oder Bauinstinkt, den Instinkt, die Nachkommenschaft zu versorgen. Wir haben auch gesehen, daß Raubthiere, die nicht ihres Gleichen bei sich dulden, dennoch zuweilen zu bestimmten Handlungen sich vereinigen. Wenn wir nun diejenigen Beispiele aufführen wollen, wo der Instinkt höchst bewunderungswürdig auftritt, so ist dies nicht der Fall, weil hier ganz neue Instinkte vorkommen, sondern weil eine glückliche Verbindung aller Instinktarten bei einigen Insekten zusammentrifft und so dem Leben und Treiben der Thiere einen bestimmten Charakter verleiht.

Noch durch einen eigenthümlichen Umstand sind diese Thiere besonders ausgezeichnet. Es findet sich gerade bei diesen Thieren, daß sie nicht blos aus Männchen und Weibchen, sondern auch aus einer Zwischengattung, aus Zwittern bestehen, die geboren werden, ohne zu zeugen oder zu gebären. Es scheint, daß gerade ihre leibliche Unfruchtbarkeit einen Ersatz erhalten hat durch eine gewisse geistige Fruchtbarkeit, die freilich vom Instinkt in engen Schranken gehalten ist. Die männlichen und die weiblichen Bienen, die männlichen und weiblichen Ameisen, und ebenso die männlichen und weiblichen Termiten, verstehen nichts von den bewunderungswürdigen Künsten, die wir betrachten wollen. Nur die Geschlechtslosen dieser Thiere, sind bewunderungswürdige Helden un-

seres Thiergemäldes, die sich nicht durch leibliche Fortpflanzung unsterblich machen können und nur durch ihre Kunst ihr Geschlecht so zu sagen unsterblich machen. — Genau weiß man freilich nicht, wie diese Geschlechtslosigkeit mit dem ausgebildeten Instinkte zusammenhängt; aber zufällig ist diese Erscheinung sicherlich nicht, und man hat Beispiele anderer Art, wo geschlechtslose Thiere, z. B. die Maulesel, veredeltere Eigenschaften besitzen als ihre Erzeuger, die Esel und die Pferde selber.

XIV. Das Leben der Bienen.

Das Leben der Bienen ist immer mit Recht der Gegenstand der Bewunderung gewesen; aber gerade das Wunderbare daran hat den Uebertreibungen in der Schilderung Thür und Thor geöffnet. Dies zu meiden ist unser Wunsch; aber es ist sehr schwierig. Das, was von diesen Thieren vollbracht wird, ist so kunstvoll, daß es für die menschliche Auffassung gar nicht dargestellt werden kann, ohne den Thieren einen bestimmten bewußten Charakter beizulegen, und doch ist es in Wahrheit nicht richtig. Es wirkt in ihnen nur der Instinkt, der unbewußte Trieb, der seinen Charakter nicht durch den Willen des Thieres, sondern durch einen Willen außer ihm erhält. Gleichviel, wie man diesen über dem Thiere waltenden Willen nennen mag, gleichviel ob man es mit dem Namen Natur, oder deren Geist oder Gott bezeichnet, für unsern jetzigen Zweck ist es wichtig, zu erkennen, daß all' dies, was das Thier thut, von ihm nicht geschieht aus freier Wahl, sondern aus einem ihm unabwendbaren Triebe.

Es kommen gleiche Kunstprodukte auch in der Pflan-

gewölt vor; wenn sie dort unser Staunen nicht in so hohem Grade erregen und unser Interesse nicht in solchem Maße ansprechen, rührt es nur daher, daß gar keine Möglichkeit vorhanden ist, der Pflanze in ihrer Thätigkeit einen Charakter beizulegen. Wäre dies der Fall, so würde eine Blume nicht minder Bewunderer finden, als der Bienenstock.

Man sehe sich nur einmal eine schöne Georgine an. Welche kunstvolle Gleichmäßigkeit der Blätter! welche zarte Abstufung der Farben! welche regelmäßige Formung aller Theile! Denken wir uns den Fall, daß ein Thier von der Natur angewiesen wäre, solch eine Blume aus denselben Stoffen, aus denen sie jetzt besteht, aufzubauen, wie leicht wären wir geneigt, diesem Thiere eine höhere Kenntniß der Formen, eine mathematische Anschauung zuzuschreiben; jetzt, wo die Blume ohne sichtbare Außenhilfe aus sich selber heraustreibt, jetzt hat die Blume bei weitem nicht ein so anregendes Interesse für uns. — Woher dies? — Weil wir beim Thiere eine Freiwilligkeit in andern Dingen wahrnehmen, die uns verleitet, auch dort ihm Freiwilligkeit zuzuschreiben, wo sie nicht vorhanden ist.

Außerdem liegt noch in der Beschreibung thierischer Instinkte Etwas, was sehr leicht über das Wesen derselben irre führt. Wir werden sehen, daß die Bienen eine „Königin" haben und daß diese mit besonderer Sorgfalt von ihnen behandelt wird; aber es ist ein arger Irrthum, wenn man diese Bezeichnung wirklich mit dem verwechselt, was eine Königin in einem menschlichen Staate zu bedeuten hat, und man muß sich deshalb hüten, von dem, was man so nennt, auch anzunehmen, daß es so ist. Wenn man aus menschlichen Zuständen eine Bezeichnung borgt für die Zustände der Thiere, so geschieht es nur,

weil unsre Sprache überhaupt nur Worte hat für menschliche Zustände und deshalb sehr leicht bei Beschreibung thierischer Zustände irre führt.

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir nun zur Beschreibung des Gesellschaftslebens der Bienen kommen.

Die Bienen sind Thiere, die in Gesellschaften leben, in welchen nur ein einziges Weibchen, an 6—800 Männchen und an 10—30,000 Zwitter leben. Allenthalben, wo zwei Weibchen vorhanden sind, bekämpfen sie sich gegenseitig bis eines getödtet ist, oder das eine wandert aus und bildet mit einem Anhange von Männern und Zwittern eine zweite Gesellschaft.

Die Eigenthümlichkeiten hierbei sind aber höchst wunderbar, und wir wollen, um das Ganze klarer zu überschauen, den Kreislauf dieses Gesellschaftslebens dort beginnen, wo ein Weibchen zum Auswandern genöthigt ist, aus einem Bienenstock auszieht und eine Anzahl Männchen und Zwitter mit hinausführt in's Freie, um eine neue Gesellschaft zu gründen.

Man nennt einen solchen Bienenzug einen Bienenschwarm, und beobachtet an ihm wunderbare Eigenthümlichkeiten.

Das Weibchen kommt aus dem alten Bienenstock mit großem Geräusch heraus und hinter ihm her ein ungeheurer Schwarm von Anhängern, der ihm allenthalben folgt, wo es hinzieht. Meisthin dauert dieser Flug nicht lange, sondern das Weibchen läßt sich auf einen Baum oder ein Gebäude nieder und all' ihre Begleiter setzen sich um und an es heran, eines an und auf das andere, so daß sie einen Klumpen bilden, der oft vom Zweige eines Baumes ganz so herabhängt wie eine Frucht. Dieser Bienen-Klumpen ist oft so groß wie ein mäßiger

Kürbiß oder eine große Melone, und verharrt oft mehrere Stunden in dieser sonderbaren Stellung.

Das Weibchen ist das Thier, das man die Königin des Schwarmes nennt, und der Schwarm zeigt eine solche Anhänglichkeit an dasselbe, daß es lebensgefährlich ist, das Weibchen in ihrer Gegenwart zu tödten.

Es ist nun beobachtet worden, daß in der Wildniß einige Zwitter-Bienen herumschwärmen und einen Ort suchen, wo die Gesellschaft sich niederlassen kann. Haben diese Kundschafter einen hohlen Baum oder sonst eine Höhle ausfindig gemacht, die hierzu sich eignet, so kehren sie zu dem Haufen zurück und machen offenbar hiervon Mittheilung; denn man gewahrt nun, daß der ganze Schwarm mit der Königin an der Spitze sich in Bewegung setzt und sich zu dem ausfindig gemachten Wohnsitze hinbegiebt.

XV. Ansiedelung der Bienen.

Während der Bienenschwarm im wilden Zustande selber ein Unterkommen sucht, sorgt die Kultur der Menschen aller Orten dafür, ihm ein solches vorräthig zu halten. Der Landmann, der es bemerkt, daß solch' ein Bienenschwarm im Begriff ist, einen neuen Bienenstock zu gründen, hält einen Bienenkorb bereit. Wenn der Schwarm sich festgesetzt hat, hält er den Korb mit der offenen Seite unter demselben, streicht schnell mit einem bereit gehaltenen Brett den ganzen Schwarm ab von der Stelle, wo er sich festgesetzt hat, so daß er in den Korb hineinfällt und deckt denselben sofort mit dem Brett zu. Nachdem so der Schwarm eingefangen ist, kehrt er den Korb mit dem verschließenden Brett um und bringt ihn

so an Ort und Stelle. Die Bienen sind hiernach eingefangen und haben nur einen Ein- und Ausgang zur Seite des Korbes durch ein kleines Loch, das man ihnen dort offen läßt.

Man kann nun an den Bewohnern des Schwarmes sofort bemerken, ob auch das Weibchen, die sogenannte Königin, glücklich mit eingefangen ist oder nicht. Ist das Weibchen mit eingefangen, so bleiben die Bienen eine ganze Weile ruhig im Korbe und ziehen nur einzeln aus, um ihr Tagewerk sofort zu beginnen; ist jedoch das Weibchen nicht drinnen, so stürmen sie sofort mit ungeheurer Schnelligkeit aus dem Korbe heraus, so daß nicht eine einzige darin zurückbleibt, und beeilen sich, die Königin aufzusuchen, um mit ihr auf's neue zu schwärmen und sich irgendwo wieder auf einen Klumpen anzusetzen. In solchem Falle sind die Bienen im höchsten Grade zornig und es ist gefährlich, sich ihrer Wuth auszusetzen, weshalb denn der Landmann bei diesem Geschäft stets Gesicht und Hände durch Drahtwerke und Handschuhe wohl verwahrt.

Wunderbar ist die Beobachtung, die man hierbei gemacht hat, daß die Bienen, die bereits im Korbe waren und um ein gutes Nest in Verlegenheit sind, nicht in denselben Korb freiwillig mit ihrer Königin zurückkehren. Ja, man will bemerkt haben, daß sie überhaupt diesen Korb nicht gerne mehr bewohnen, und die Landleute halten für solche Fälle einen zweiten in Bereitschaft, um den neuen Schwarm darin einzufangen. — Indessen muß man sich hier, wie in allen Fällen, die die Bienenzucht betreffen, hüten, den Bemerkungen der Bienenzüchter vollen Glauben zu schenken, da diese meist so eingenommen von der Klugheit ihrer Bienen sind, daß sie ihnen nicht selten auf die leisesten Veranlassungen hin ganz außeror-

deutliche Eigenthümlichkeiten und Charakterzüge andichten.

Hat man nun das Weibchen mit dem Schwarme glücklich eingefangen, so beginnen die Bienen sofort ihre Arbeit. Die Königin (wir wollen das Weibchen nun immer so nennen) bleibt stets im Korbe, und in ihrer Umgebung halten sich die Männchen, die man fälschlich Drohnen nennt, auf. Auch mehrere Zwitter bleiben da, und alle umdrängen die Königin, wahrscheinlich um sie zu wärmen, da ihr Kälte sehr schädlich ist und ihrer spätern Fruchtbarkeit Abbruch thut. Die übrigen Zwitter, die wir fortan nur Bienen nennen wollen, ziehen nun sofort aus, um Nahrung und Baumaterial in den Blüthen aufzusuchen und heimzubringen.

Die Biene, deren ganzer Körper mit feinen Härchen besetzt ist, begiebt sich nämlich in den Kelch einer Blüthe, woselbst der Blüthenstaub reichlich vorhanden ist, und bestäubt sich damit den ganzen Körper, so daß sie staubbedeckt daraus hervorgeht. Nun steigt sie wieder heraus, setzt sich an den Rand der Blüthe und bürstet sorgsam mit ihren Beinen, die wie feine Haarbürsten beschaffen sind, all' den Blüthenstaub zusammen und ballt so einen kleinen gelben Knäuel daraus, welchen sie dann in die innere Fläche ihrer Hinterbeine einklebt, woselbst eine Art Becken zu diesem Zweck vorhanden ist. Der Bienenzüchter nennt die gefüllten Becken: Körnchen oder das Höschen der Biene. — Außer dem Blüthenstaube löst die Biene mit ihren Kinnladen auch Harztröpfchen von den Pflanzen ab und bringt dieses gleichfalls in die Becken der Hinterbeine und so beladen kehrt sie heim in den Korb.

Um genau beobachten zu können, was nun in diesem Korbe vorgeht, hat man solche aus Glas angefertigt, die

man mit gewöhnlichen Körben verdeckt hält, weil die Bienen nur im Dunkeln arbeiten. Nach genauen Versuchen hat man nun gefunden, daß die erste Arbeit der Bienen darin besteht, den ganzen Korb wohl zu verkitten und mit Harz jede Spalte des Korbes zu verschließen. Zu diesem Zwecke entledigen sich die heimkehrenden Bienen ihres gesammelten Materials, das theils zur Nahrung, theils zum Baustoff verwendet wird, und fliegen sofort wieder davon, um neue Materialien zu sammeln, während daheim andere Bienen die heimgebrachte Beute in Besitz nehmen und sofort zu arbeiten beginnen. Einige von ihnen reichen der Königin das Futter dar, wobei sie eine sorgsame Auswahl treffen, denn nur die geeignete Speise ist im Stande, das Wohlbefinden der Königin zu begründen.

XVI. Der Bau der Bienenzellen.

Wenn der ganze Bienenkorb inwendig mit Harz belegt ist, hat er das Ansehen, als ob er eine Glasur aus Wachs hätte, und diese ist so fein und glatt, daß man es kaum glaublich halten könnte, daß dies alles mit den Kinnladen der Thiere vollbracht worden ist. — Bringt man einen Bienenschwarm nicht in einen neuen, sondern in einen bereits von einer frühern Bienengesellschaft glasirten Korb, so begnügen sie sich mit der Reinigung und Ausbesserung desselben und begeben sich dann sofort zum Bau ihrer eigentlichen Nester.

Das Baumaterial dieser Nester besteht aus Wachs, ein Stoff, der daher rührt, daß die Bienen ihn ausscheiden aus besonderen Behältern, die unter den Ringen ihres Unterleibes liegen. Alles Wachs, das wir besitzen,

ist nur auf solche Weise von den Bienen geschaffen, und es ist bisher nicht gelungen, durch Kunst die Pflanzenstoffe in Wachs zu verwandeln. Auch der Honig, von dem wir später sprechen werden, ist nicht ein reines Produkt der Pflanzen, das die Biene sammelt, sondern er ist ein umgewandelter Pflanzenstoff und wird von den Bienen in Tropfen aus dem Munde ausgeschieden und in den Vorrathskammern angesammelt.

Der Bau dieser Nester ist höchst wunderbar. Es ist schwer, eine klare Beschreibung davon zu geben, auch gewinnt man durch Abbildungen keine zweifellose Vorstellung davon; man thut am Besten, wenn man sich etwas Honigscheibe verschafft, die nicht selten käuflich zu haben ist, den Honig mit lauwarmem Wasser auswäscht und nun die Zellen betrachtet, in welchen der Honig eingespeichert gelegen hat. Man wird sehen, daß die Nester aus sechsseitigen Zellen bestehen, die zu beiden Seiten der Scheibe so gebaut sind, daß die Spitzen an einander grenzen, daß diese Zellen genau eine wie die andere gebaut sind, daß die Wachswände, die sie trennen, von außerordentlicher Zartheit, Glätte und regelmäßiger Stärke in allen Theilen sind, und wird Gelegenheit genug finden, den Instinkt zu bewundern, der sich in dieser Baukunst zu erkennen giebt. So genau in den Winkeln in Länge, Breite und Tiefe zu bauen, vermag der Mensch nur mit Hülfe vieler mathematischer Werkzeuge und nach sehr sicherm Plane und so vortheilhaft Zelle an Zelle von beiden Seiten der Scheibe zu legen und jeden Raum auf's genaueste zu benutzen, dazu gehört, wenn der Instinkt nicht wirksam ist, ein Aufwand von geistiger Ueberlegung, der nur einem ausgebildeten wissenschaftlichen Geiste möglich ist.

Das Wunderbarste hieran ist Folgendes. Der Bau

der Nester wird von Tausenden von Bienen gleichzeitig begonnen. Nun ist die Regelmäßigkeit aber so groß, daß wenn ein einziges Nest nicht an der richtigen Stelle angefangen wäre, alle übrigen dadurch verschoben würden. Man muß also nicht nur annehmen, daß der Instinkt während des Baues die genauesten mathematischen Angaben macht, sondern auch schon beim gleichzeitigen Beginn jeder einzelnen Zelle der Instinkt einer jeden Biene genau den Punkt anweist, wo sie die Zelle zu beginnen hat, damit sie so genau an die Nachbarzelle paßt.

Jede Scheibe solcher Zellen nennt man eine Wabe. Die Waben hängen senkrecht im Korbe und zwischen einer Wabe und der andern ist nur so viel Raum, daß zwei Bienen an einander vorüber wandern können. Die Waben sind oben am Korbe und an den Seiten befestigt, und werden noch außerdem, wenn sie zu schwer sind, von einigen Pfeilern gestützt, welche die Bienen aus Wachs aufbauen. Die Bienenzüchter lassen meisthin einige Stäbe in den Körben und die Bienen verstehen den Zweck derselben und benutzen sie als Balken, auf welche sie die Waben-Wände stützen.

In günstiger Jahreszeit geht die Arbeit so schnell vor sich, daß der Korb in kurzer Zeit voll solcher Zellenwerke ist, in welche indessen nur wenig Honigstoff eingebracht wird, denn die Zellen haben zunächst eine andere Bestimmung: sie sollen die Wiege sein, in welcher das junge künftige Bienengeschlecht zum Leben erwacht.

Wie bereits gesagt, nimmt das Weibchen, die Bienenkönigin, eben so wenig an dieser Arbeit Theil, wie die sie umgebende Zahl der Männchen, die Drohnen. Sie leben von den Speisen, die die Arbeiterbienen einbringen und von denen einige Zellen gefüllt werden, welche die Bienen auch mit einem Wachsdeckel verschließen. Zu-

gleich aber mit ihren Zellen bauen die Arbeiterbienen mehrere Zellen für die weibliche Nachkommenschaft, und man nennt diese Zellen die königlichen Zellen; sie sind von anderer Form wie die übrigen, indem sie etwa die Gestalt einer Eichel haben und von weit stärkern Wachswänden gebaut sind. Um die Zeit, wo diese Bauten fertig sind, begiebt sich bei heiterm Wetter das Weibchen hinaus ins Freie; es folgen ihr die Männchen alle und umschwärmen sie. Dieser Zug, den man den Hochzeitszug nennt, erhebt sich hoch in die Luft und entzieht sich so dem menschlichen Gesichtskreise und der Beobachtung. Inzwischen ist unter den zurückgebliebenen Arbeitsbienen im Korbe große Geschäftigkeit, und man nimmt wahr, daß sie der Rückkehr mit einer Art Aengstlichkeit und Ungeduld harren.

Nach kurzer Zeit kehrt die Königin mit ihrer Begleitung zurück, und schon nach 46 Stunden beginnt sie Eier zu legen, und zwar begiebt sie sich zu diesem Zweck von Zelle zu Zelle und legt in jede derselben ein Ei.

XVII. Bienen-Eier und deren weitere Entwickelung.

Im ersten Sommer pflegt die Bienenkönigin nicht viel Eier zu legen, und meisthin wird sie in diesem Geschäft vom Winter unterbrochen. Im Frühjahre vermehrt sich die Fruchtbarkeit außerordentlich stark, und man hat beobachtet, daß sie während dieser Jahreszeit in drei Wochen wohl an dreitausend Eier legt.

So wie die Bienenmutter beginnt, die Beweise ihrer Fruchtbarkeit darzuthun, haben die Drohnen, die Bienenmännchen, keinen Lebenszweck mehr, und sie werden

von den Bienen, den Zwittern, mit ihren Stacheln getödtet und aus dem Korbe hinausgeworfen. Dieses Morden nimmt immer mehr überhand, je fruchtbarer sich die Bienenmutter zeigt, je gesicherter also die Nachkommenschaft ist. Meisthin sind bereits im ersten Sommer sämmtliche Bienen-Männchen getödtet, und man findet ihre Leichen in den Monaten Juni, Juli und August oft haufenweise am Eingange des Bienenkorbes liegen, so daß der Winter keine Drohnen mehr antrifft, die, weil sie nicht einsammeln und nicht arbeiten, den Speisevorrath im Winter nur verringern helfen würden.

Alle Eier, die die Bienenmutter nun legt, sind Zwitter-Eier, und es entwickeln sich aus ihnen nur Arbeits-Bienen; sobald sie jedoch mit diesem Geschäfte fertig ist, beginnt sie besondere Eier zu legen, aus welchen sich Drohnen, also Bienenmännchen entwickeln sollen, und erst nachdem sie auch hiermit fertig ist, legt sie in die besonders gebauten Zellen, die man die königlichen nennt, etwa an zwanzig Eier, aus denen weibliche Bienen entstehen.

Das Auskommen all' der Eier geschieht der Reihe nach, wie sie gelegt worden sind. Drei bis vier Tage nach dem Legen öffnen sich die Eier und es kommt aus ihnen eine kleine Made von weißlicher Farbe heraus, welche, da sie keine Füße hat, sich nicht aus der Zelle begeben kann. Und nun beginnt das eigentliche Geschäft der Arbeitsbienen. Man erkennt jetzt erst, zu welchem Zwecke die Zelle erbaut ist, sie dient als Wohnung der Made, aus der sich eine Arbeitsbiene entwickeln soll. Die ältern Arbeitsbienen übernehmen nun die Ernährung der jungen sehr gefräßigen Maden, und bringen ihnen, je nach dem Alter der Made, die geeigneten Speisen in der Form eines Speisebreies, der, wie wir später sehen

werden, wesentlichen Einfluß auf das Leben und die Entwickelung der jungen Thiere hat. Fünf Tage lang dauert diese Fütterung der Made, während welcher Zeit sie vollständig geworden ist, und nun beginnt die Made sich nach Art der Seidenraupe in ein Gespinnst einzuhüllen und verwandelt sich innerhalb drei Tagen in eine Puppe. Die Arbeitsbienen verkleben während dieser Zeit die Zelle mit einem Wachsdeckel, so daß die Puppe in der Zelle eingeschlossen ist.

Nachdem die Puppe sieben Tage alt geworden, geht die letzte Verwandlung vor sich, und aus der Puppe kriecht eine junge Biene heraus. Ihr Erstes ist nun, daß sie den Wachsdeckel ihrer Zelle aufbricht und die Freiheit sucht. Bald ist sie so weit, daß sie die Künste und Beschäftigungen der älteren Bienen inne hat, und schon nach wenig Tagen geht sie selber hinaus aus dem Korbe, fliegt umher, um Nahrung zu suchen, bringt gleich den Andern Beute heim und theilt mit ihnen Beruf und Beschäftigung.

So vermehrt sich denn das Geschlecht der Arbeitsbienen außerordentlich stark, und mit dieser Vermehrung füllt sich der Korb mit Wachs- und Honigvorräthen. Nachdem nun alle Eier der Arbeitsbienen ausgekommen sind, beginnen auch in ähnlicher Weise die Eier der Männchen und der Bienenweibchen auszukommen. Bei den jungen Drohnen bemerkt man nur, daß sie, die sich nicht auf Arbeit und Einsammeln verstehen, von den Bienen gespeist werden; die Geschichte dieser Bienenmännchen also ist im Ganzen sehr einförmig. Nicht also ist es bei den Bienenweibchen der Fall.

Sowie die jungen Bienenweibchen so weit sind, daß sie den Deckel ihrer Zelle zu erbrechen beginnen, um ins Freie hinauszukommen, so erwacht die Eifersucht des alten Bienenweibchens, ihrer Mutter. Sie eilt hinzu, um

das junge Bienenweibchen durch ihren Stachel zu tödten; allein die Arbeitsbienen legen sich ins Mittel und verstopfen die Oeffnung zu der Zelle reichlich mit Wachs. Es entsteht nun ein wunderbarer Tumult im Bienenkorbe, in welchem sich Parteien bilden. Die Bienen des ältern Geschlechts halten es meisthin mit dem alten Bienenweibchen und diesem schließt sich auch eine Zahl der jungen Bienenmännchen an, während die jüngere Generation den Zugang zum jungen Bienenweibchen versperrt und es zu keinem Kampfe der beiden Nebenbuhlerinnen kommen läßt.

In diesem Tumult geschieht es, daß das alte Bienenweibchen, welches die eine Kolonie gegründet hatte, den Bienenkorb wieder verläßt, gefolgt von ihrer Umgebung und ihrem Anhang, der nun wiederum zu schwärmen beginnt, um ein neues Unterkommen zu suchen und eine neue Kolonie zu gründen.

XVIII. Tod und wunderbare Entstehung einer neuen Bienenkönigin.

Nachdem die alte Bienenkönigin davon gezogen und das Reich der jungen, ihrer Tochter, hinterlassen hat, räumen die Arbeitsbienen eifrig alles Wachs fort, das den Ausgang aus der Zelle versperrt, und nun kommt die junge Königin heraus und ihre erste That ist, daß sie nach den andern Zellen eilt, worin die weiblichen Maden oder Puppen liegen, die sie als künftige Nebenbuhlerinnen betrachtet und mit ihrem Stachel alle tödtet, die ihr das Reich einst streitig machen könnten.

Es trifft sich nun zuweilen, daß noch keine zweite weibliche Puppe hervorgekommen ist, und dann ist die junge Königin ihres vollen Sieges gewiß, sie tödtet und

vernichtet sowohl die Puppen, wie die Maden, oder die noch unausgekommenen Eier aller andern weiblichen Geschwister ohne Widerstand. Wenn jedoch bereits eine zweite weibliche Biene aus ihrer Puppe herausgekommen ist, so wiederholt sich oft der Kampf. Die zweite Königin findet ebenfalls ihren Anhang, der die Zelle verwahrt und oft tagelang vor der Mörderin schützt, bis die jüngere Biene stark genug ist, einen Kampf mit der ältern Schwester einzugehen. Sofort beginnt dann dieser Kampf mit aller Heftigkeit zu entbrennen und endet zuweilen mit dem Tode der einen, oder mit dem Beider, oder die ältere ist wiederum zum Auswandern genöthigt, und indem sich auch dieser ein Theil Männchen und Arbeitsbienen anschließt, bildet sie einen Nachschwarm, der zwar schwach, aber auch sofort, wenn er ein Unterkommen gefunden hat, bereit ist, eine neue Kolonie zu bilden.

In der alten Kolonie aber tritt die Siegerin nun nicht minder grausam auf, wie ihre Vorgängerinnen im Reiche, und sie vernichtet oder tödtet die noch übrigen Nebenbuhlerinnen oder sie und ihre Nebenbuhlerinnen erliegen alle dem Kampfe und der Bienenkorb bleibt ohne weibliche Regentin.

In solchem Falle zeigt sich oft eine neue wunderbare Erscheinung. Der Tod der Königin führt die Auflösung der ganzen Bienengesellschaft herbei, wenn es nicht den Menschen gelingt, eine neue Königin herbeizuschaffen, oder den Bienen, sich eine Königin gewissermaßen zu machen.

Die Bienenzüchter erkennen den Todesfall der Bienenkönigin aus dem traurigen und thatlosen Summen der Bienen. Sie fliegen nicht mehr nach Speise aus und vollbringen keine Arbeit mehr. Alles Leben im Bienenkorbe hört auf, zum Theil fliegen die jüngern Bienen davon und suchen ein anderes Reich auf, das sie sich erst

erobern müssen, zum Theil bleiben die alten im Korbe, um hier zu sterben, trotz allen Vorraths an Nahrung. Gelingt es nun dem Bienenzüchter, eine junge Bienenkönigin eines andern Korbes, oder die Made oder die Puppe einer solchen in den Korb zu bringen, so ist wieder neues Leben in dem todten Reiche. Nach kurzer Zeit schon erkennen die Bienen an dem neuen Weibchen ihre Regentin und füttern und behandeln sie wie die eingeborne Königin. — Kann jedoch der Bienenzüchter den Verlust nicht ersetzen, so tritt sehr oft der Fall ein, daß die Bienen selber sich zu helfen wissen, wenn nur in irgend einigen Zellen des Bienenkorbes noch unausgekommene Eier von Arbeitsbienen vorhanden sind.

In diesem Falle beeilen sich die Bienen, die Zellen einzureißen, und bauen mit ungemeinem Eifer statt derselben mehrere Königszellen. In diese bringen sie die Eier der Arbeitsbienen, aus welchen sonst nur Zwitter herausgekommen wären; aber durch die besondere Nahrung, die sie den ausgekrochenen Maden reichen, verwandelt sich die Natur derselben und es werden aus ihnen weibliche Maden, weibliche Puppen und endlich wirklich weibliche Bienen, die befruchtungsfähig sind, später Eier legen und die ganze Natur und alle Triebe der Bienenweibchen annehmen. Selbst die schärfste Beobachtung hat nicht vermocht, auch nur die Spur eines Unterschiedes zwischen einem solchen künstlich hergestellten Bienenweibchen und einem natürlichen zu entdecken. Durch Speise und Behandlung ist wirklich das einzig in der Natur dastehende Wunder geschehen, wo die Geschlechter willkürlich umgeschaffen werden.

Die Bienen verstehen hiernach eine Kunst, von der wir auch nicht entfernt eine Vorstellung haben; sie ver-

mögen nach Willkür die Verwandlung eines geschlechtslosen Geschöpfes in ein geschlechtliches auszuführen.

Wir haben von dem Gesellschaftsleben der Bienen gesprochen und den Kreislauf desselben ausführlicher dargestellt, weil das Leben der Bienen am deutlichsten das Wesen des Gesellschafts-Instinkts darthut.

Man hat die Bienen mit ganz besonderem Verstand begabt dargestellt, und Vieles ist ihnen auch angefabelt worden; in Wahrheit aber rührt oft die Uebertreibung, die man in den Schilderungen des Bienenlebens findet, von falschen Uebertragungen aus den Einrichtungen menschlicher Staaten und Zustände auf den Bienenstaat her. Was wir im Leben der Bienen sehen, ist im höchsten Grade bewunderungswürdig, aber es ist doch nur der Instinkt, der deshalb anstaunenswerth ist, weil wir dessen Geheimniß eben nicht zu erklären wissen. Der Gesellschafts-Instinkt ist eben ein anderer Instinkt als die bisher geschilderten. Seine Eigenthümlichkeit besteht darin, daß er die Handlungen einer großen Masse von Thieren bestimmt, und sie Einem Zwecke dienstbar macht. Es ist eine eigene Art von Instinkt, und wenn man will, ein Instinkt höherer Art; aber wenn man gerne den Verstand, das heißt: das freie Bewußtsein der Thiere, dort sehen will, wo nur der Instinkt waltet, so hat man gerade bei den Bienen am wenigsten Ursache hierzu, da gerade der Verstand am allerwenigsten alle Thiere in einer und derselben Minute zu einer und derselben Handlung treiben kann, sondern weit eher in der einen Biene anders als in der andern walten würde.

Wenn aber im menschlichen Thun und Lassen so Vieles vorkommt, das dem Instinktleben der Thiere ähnlich sieht, so rührt es nicht daher, daß das Thier eine Kraft des freien Geistes besitzt, der aus Berechnung und Ueber-

legung handelt, sondern daher, daß im Menschen auch der Instinkt nicht fehlt und viele Einrichtungen in der menschlichen Gesellschaft, die anscheinend rein freiwillig entstehen, dennoch eine innere Ursache haben, die instinktartig die Menschen zu solchen Einrichtungen antreibt.

XIX. Das Gesellschaftsleben der Ameisen.

Das Gesellschaftsleben der Ameisen ist noch verwickelter als das der Bienen, und in vieler Beziehung noch wunderbarer. Auch hier leben in einer Kolonie stets drei Geschlechter: Männchen, Weibchen und Zwitter. Während die Männchen und Weibchen ursprünglich geflügelt sind, ist der Zwitter am kleinsten und ohne Flügel. Der Zwitter ist daher der Arbeiter, der den gemeinschaftlichen Bau unter der Erde auszuführen hat. Die geflügelten Gattungen würden auch den Bau nicht ausführen können, ohne die Flügel zu beschädigen, weshalb denn auch alle Insekten, die unter der Erde ihre Wohnungen ausgraben, entweder ungeflügelt sind, oder, wie die Käfer, harte Deckel über den Flügeln haben, die die Flügel vor Beschädigung schützen. Dem Ameisenzwitter liegt aber ebenso, wie dem der Biene, die eigentliche Erziehung der Jugend ob und die Fütterung der ganzen Gesellschaft.

Die Wohnungen der Ameisen sind nicht minder sorgsam ausgebaut, als die der Bienen, nur sind sie nicht so sauber anzuschauen, da sie nicht aus weißem reinem Wachs, sondern aus Erde bestehen. Die Ameisen graben unter der Erde Gänge mit einzelnen Zellen und Abtheilungen dicht neben einander und bringen den Schutt nach oben, wo sie ihn über der Wohnung anhäufen. Sobald die

eine Etage fertig ist, bauen sie eine zweite darauf als zweites Stockwerk und stützen dies durch besondere Pfeiler aus Spänen oder Thon. Auf das zweite Stockwerk wird noch ein drittes und auf dieses oft noch mehrere aufgesetzt und immer derart gestützt, daß die Stockwerke nicht einstürzen. Der Eingang zu ihrem Bau wird so eingerichtet, daß er sich verschließen läßt, und dies geschieht regelmäßig des Abends, während er am Morgen geöffnet wird. — Aus diesen Wohnungen führen zumeist verdeckte Gänge nach einem nahen Baume, woselbst die Ameisen ihre Lieblingskost finden, die in einem süßen Safte besteht, welchen die Blattläuse aus ihrem Körper ausschwitzen.

Indem wir sogleich auf die Eigenthümlichkeiten kommen werden, in welchen der Instinkt bei den Ameisen auftritt, wollen wir das Gesellschaftsleben der Ameisen hier näher aufführen.

Im Monat August verlassen ungeheure Schwärme von geflügelten Ameisen, Männchen und Weibchen, die Nester und erheben sich hoch in die Luft. Gleich dem der Bienen kann man diesen Ausflug die Hochzeitsfahrt nennen. Aber es kehren von dieser nur die Weibchen zurück zur Erde und verlieren sofort ihre Flügel, während die Männchen fast unmittelbar darauf sterben oder von Vögeln vertilgt werden. Die zur Erde zurückgekehrten Weibchen begeben sich nicht nach den alten Wohnungen, sondern lassen es darauf ankommen, daß sie von Zwitter-Ameisen e i n g e f a n g e n werden. Diese bringen die Weibchen in die Wohnung, speisen sie daselbst und überwintern mit ihnen, indem sie alle in Winterschlaf verfallen. Im Frühjahr aber erwachen sie und die Weibchen beginnen Eier zu legen.

Wird eines der befruchteten Weibchen nicht eingefangen, so gräbt sich dasselbe einen kleinen Bau, wo es sofort

Eier legt, aus welchen sich Arbeiter-Ameisen entwickeln, und diese schließen sich nun der Mutter an, pflegen sie, bauen die Wohnung kunstgerecht aus, überwintern daselbst und bilden so eine neue Kolonie.

Das Eigenthümliche im Instinkt der Ameisen besteht in der Pflege der Eier, die von den eingefangenen weiblichen Ameisen gelegt werden. Die arbeitenden Ameisen verrichten alle ihre Arbeiten fast ausschließlich zum Zweck dieser Pflege und der Erziehung der Larven, die aus den Eiern auskriechen.

Sowie das Weibchen ein Ei gelegt hat, so holt eine Arbeiter-Ameise das Ei fort und bringt es in eine Zelle. Mit der größten Sorgsamkeit tragen die Ameisen die Eier von einem Orte zum andern, bald um sie in die Sonne zu legen, bald um sie vor Regen zu schützen. Meisthin bringen sie am Morgen die Eier nach dem obersten Stockwerk ihres Baues, woselbst sie den Tag über bleiben, wenn kein Regen droht; zuweilen tragen sie dieselben auch hinaus in die freie Luft und breiten sie reihenweis im Sonnenlichte aus. — Des Abends werden die Eier wieder in die untern Etagen gebracht. — Mit Lebensgefahr vertheidigen die Ameisen ihre Eier, wenn sie von andern Thieren ihnen entrissen werden sollen, und verwenden nicht mindere Sorgfalt, wie die Bienen, für die Speisung der Larven, die aus den Eiern auskriechen, wie für die Fütterung der Weibchen, die für die Vermehrung der Kolonie sorgen. — Man sieht hier also wiederum ein Zwittergeschlecht, das nicht zeugen und nicht gebären kann und das eigentlich die Hauptmasse der Thiergattung ausmacht, ganz außerordentliche Handlungen begehen, um ihr geschlechtloses Geschlecht nicht untergehen zu lassen, und beobachtet wiederum, wie bei den Bienen, daß der Gesellschaftstrieb gerade bei solchen Thieren am

entwickeltsten ist, die sich nicht selber vermehren, nicht selber eine Familie bilden können, und also statt des leiblichen Familienlebens ein gesellschaftliches führen müssen.

Der Gesellschaftstrieb ist aber deshalb so merkwürdig, weil durch ihn ganz andere Instinkte zum Vorschein kommen als bei andern Thieren. Es zeigt sich offenbar, daß sich in dem Gesellschaftsleben höhere Gaben entwickeln als im einzelnen Familienleben; und dies tritt bei den Ameisen in wunderbaren Erscheinungen hervor.

Wir haben bereits angeführt, daß die Lieblingsspeise der Ameise in dem Honig besteht, den die Blattläuse ausschwitzen. Die Ameisen verstehen es nun, diese Thierchen mit ihren Fühlhörnern so zu streichen, daß sie den Honig von sich geben, und lassen dann die Thierchen nicht nur in Ruhe, sondern sorgen sogar für ihr Wohlergehen. Man hat bemerkt, wie Ameisen die Blattläuse sorgsam auf andere Pflanzen trugen und sie dort auf die Blätter niedersetzten, damit sie ihr Futter finden und den Zuckerstoff genießen, welchen sie dann ausschwitzen sollen zum Besten der Ameisen. Ja, viele Ameisen nehmen diese Insekten ganz und gar mit sich und behandeln sie, wie wir unsere Kühe, das heißt, sie bringen ihnen Futter und melken regelmäßig aus ihnen den Honig heraus. — Und doch ist dieser Instinkt, der die Ameise lehrt aus der Blattlaus ein nützliches Hausthier zu machen, nicht das Merkwürdigste an den Ameisen, sondern ihre gegenseitigen Kämpfe und die Art, wie sie ihre Siege benutzen, sind so einzig in der Thierwelt, daß wir sie hier nicht mit Stillschweigen übergehen können.

Es kommt oft vor, daß Ameisen, nachdem sie ihre Bauten eine Zeit lang haben ruhen lassen, sich einer Art Müssigang ergeben und nun auf Raub ausziehen gegen andere Ameisen, welche sie mit Gewalt forttragen und in

ihre Zellen bringen, denen sie auch die Eier und die sie nährenden Blattläuse rauben, und welche sie nun zwingen, bei ihnen als Gefangene zu leben und wie Sklaven alle Arbeiten für sie zu verrichten.

Das Beispiel, daß ein Thier ein anderes seiner Gattung gewaltsam beherrscht und es zum Sklaven für sich macht, steht hier einzig da und giebt uns einen Begriff, wie der Instinkt des Gesellschaftslebens ganz eigenthümliche andere Instinkte mit sich zur Folge haben kann. Der gefangene Ameisenhaufen lebt nun bei dem herrschenden und verrichtet da alle Arbeiten. Er erzieht die Jungen des herrschenden Geschlechts, baut die Nester desselben, füttert deren Larven, beschäftigt sich mit deren Eiern und verrichtet mit Einem Worte Alles, was die herrschende Klasse selber hätte verrichten sollen.

Nur in Einem Punkte zeigt sich die herrschende Klasse thätig, nämlich in der Vertheidigung ihrer Wohnungen bei Ueberfällen von Feinden. In solchem Falle sind weder die Sklaven noch die Weibchen oder die Männchen der Kolonie thätig, sondern einzig und allein die herrschenden Zwitter. Sie greifen Feinde an und schlagen sie zurück und entwickeln hierbei eben so viel Geschicklichkeit als Muth, ja man hat sogar die List bei ihnen beobachtet, daß sie Hinterhalte legen und ihre Feinde bis in diese hineinlocken, um sie dort zu vernichten. Es bildet daher die herrschende Klasse die eigentlichen S o l d a t e n des Ameisenstaates, weshalb man sie auch mit diesem Worte bezeichnet hat.

Der höchste Grad der Ausbildung dieses Instinkts aber findet sich bei den Termiten, weshalb wir auch zu diesen übergehen wollen.

XX. Das Gesellschaftsleben der Termiten.

Die Termiten sind eine Art Ameisen, die gleichfalls in Gesellschaften leben, in welchen nur ein einzig Männchen und ein einzig Weibchen vorhanden sind, während die Geschlechtslosen, die die eigentliche Gesellschaft ausmachen, aus zwei Gattungen bestehen: aus Arbeitern und aus Soldaten.

Die Termiten leben nur in den heißen Zonen. Die Männchen und Weibchen sind fast einen halben Zoll lang und haben bis zum Moment der Begattung Flügel. Die Arbeiter sind ungefähr dreimal so groß als unsere gewöhnlichen schwarzen Ameisen, während die Soldaten sich durch eine dicke Figur und einen Kopf auszeichnen, der so groß ist wie ihr übriger Körper. Auch die Fangwerkzeuge der Soldaten bestehen aus starken und scharfen Pfriemen, die sie am Kopfe haben, und mit welchen sie eben so heftig verwunden als energisch sich an ihren Feind festhalten können.

Das Gesellschaftsleben dieser Thiere ist dem der Ameisen sehr ähnlich. Die mit Flügeln versehenen Männchen und Weibchen fliegen in ungeheuren Schwärmen Abends oder Nachts aus, verlieren aber, sobald sie zur Erde niedergelangen, die Flügel und werden zu vielen Tausenden ein Raub der Vögel und anderer von Insekten lebender Thiere. Einzelne jedoch, ein Männchen und ein Weibchen, werden von den arbeitenden Termiten eingefangen und in ihren Bau gebracht, woselbst das Weibchen Eier legt, aus denen sich Arbeiter, Soldaten und Männchen und Weibchen entwickeln, und welche alle von den Arbeitern gepflegt, erzogen werden, bis wiederum Männchen und Weibchen ausfliegen und, wenn sie eingefangen werden, eine neue Kolonie gründen. Im Haus-

halte dieser Gesellschaft leben die Soldaten geschlechtslos und unthätig, und haben gar keine andere Bestimmung, als die Kolonie zu schützen.

Das wunderbarste in diesem Gesellschaftsleben ist der Bau der Wohnung und die Vertheidigung derselben gegen Feinde.

Der Bau wird einzig und allein von den Arbeitern aufgeführt. Er besteht aus ganz festem Thon und erhebt sich kegelförmig bis zu einer Höhe von 10 bis 12 Fuß, so daß man von außen einen weißen breiten Kegel aus Thon vor sich sieht, der zweimal so hoch ist wie ein Mensch und unten im Umfange oft so weit ist, wie eine kleine Wohnstube. Dieser kegelförmige Hügel ist so fest, daß man ihn ohne Gefahr erklettern und auf der Spitze stehen kann. Im Innern desselben sind unzählige Zellen und Gänge, Magazine und Gallerien angelegt, die außerordentliche Sorgfalt und Kunst verrathen.

Das eingefangene Männchen und Weibchen, die man „König und Königin" nennt, leben in einer Zelle, die von den Arbeitern rings vermauert ist, so daß nur eine kleine Oeffnung bleibt, durch welche wohl die Arbeiter, aber weder ein Weibchen oder Männchen ein noch aus können. Der Leib des Weibchen schwillt nun in dieser Zelle ungeheuer an und verlängert sich wurmartig. Die Arbeiter verlängern daher fortwährend die Zelle, ohne die Gefangenen darin hinauszulassen. Endlich beginnt das Weibchen Eier zu legen und zwar stößt es dieselben fortwährend aus, so daß es an einem Tage an 80,000 Eier legen soll. Die Arbeiter holen diese Eier fort, bringen sie nach bestimmten Zellen und sorgen für deren weitere Entwickelung. Die Gestalt der königlichen Wohnung ist wie ein Gewölbe mit einer Kuppel und flachem Boden geformt, so daß die Wohnung wie ein hal-

des Ei oder ein kleiner gewölbter Backofen aussieht; dieselbe ist oft eine Elle lang und eine halbe Elle breit und hoch.

Im höchsten Grade bewunderungswürdig sind die Gänge und Kanäle, die ringsum gebaut sind, und die auf- und abwärts bald zu den Zellen der Eier, bald zu den Magazinen führen, die mit Baumharz gefüllt sind welcher den Termiten zur Speise dient. Die Arbeiter der Termiten eilen ab und zu, um das königliche gefangene Ehepaar zu füttern, um die Jungen zu pflegen und den Soldaten die Speisen zu bringen, die sich zu keiner Arbeit verstehen, als zu der einzigen, das Reich zu vertheidigen. Wenn nun das junge Geschlecht ausgekommen ist, so besteht die allergrößte Zahl desselben aus Arbeitern, die geringere Zahl aus Soldaten und die kleinste Zahl aus Männchen und Weibchen, die aber dennoch zu Tausenden vorhanden sind. Die Männchen und Weibchen, die, so lange sie nicht ausgeflogen sind, Flügel haben, leben in völligem Müssiggange, verstehen sich weder zum Arbeiten noch zur Vertheidigung, und werden wegen dieses Müssigganges fälschlich der „Adel" genannt, weil nur aus ihnen „Könige und Königinnen" werden können. — In Wahrheit jedoch sind sie nur die Stammhalter der künftigen Termiten, und wir haben es bereits angeführt, daß sie, sobald sie reif sind, ausfliegen und meist umkommen, wenn nicht ein Theil der jungen Generation von Arbeitern und Soldaten einzelne von ihnen einfangen und ein neues Reich bilden.

XXI. Der Soldatenkrieg der Termiten.

Die Kriegführung der Termiten und die Thätigkeit der Soldaten ist wunderbar. Oken erzählt hiervon Folgendes:

Haut man mit einer Axt oder mit einem andern Werkzeuge eine Oeffnung in einen Hügel, so ist der erste Gegenstand, welcher Aufmerksamkeit verdient, das Betragen der Soldaten. Sobald der Schlag geschehen ist, kommt ein Soldat heraus, geht um das Loch herum und scheint die Beschaffenheit des Feindes oder die Ursache des Angriffs zu untersuchen. Dann geht er zu dem Hügel, giebt ein Zeichen, und in kurzer Zeit stürzen große Korps so schnell, als es die Oeffnung erlaubt, heraus. Die Wuth, welche die streitenden Insekten verrathen, ist schwer zu schildern. In ihrem Eifer, den Feind zurückzutreiben, stürzen sie sich oft von den Seiten des Hügels herab; zugleich sind sie äußerst schnell und beißen Alles, was ihnen vorkommt. Dies Beißen, verbunden mit dem Schlagen ihrer Zunge auf das Gebäude, verursacht ein zitterndes Geräusch, das etwas heller und lebhafter ist, als das Picken einer Taschenuhr, und in einer Entfernung von drei bis vier Fuß gehört werden kann. Während des Angriffs sind sie in der heftigsten Bewegung und Unruhe. Wenn sie irgend einen Theil des menschlichen Körpers erreichen, so machen sie sogleich eine Wunde, die so viel Blut von sich giebt, als sie selbst schwer sind. Greifen sie das Bein des Menschen an, so dehnt sich der Blutfleck auf dem Strumpfe weiter als einen Zoll aus. Ihre krummen Kinnladen treffen beim ersten Bisse sogleich auf einander; sie halten unablässig fest und lassen sich lieber Stück für Stück zerreißen, als daß sie den geringsten Versuch zur Flucht machen sollten. Ist aber Jemand außer ihrem Erreichungskreise, und be-

unruhigt sie nicht weiter, so ziehen sie sich in weniger als einer halben Stunde in ihr Nest zurück, als wenn sie voraussetzten, der Feind, der ihre Burg angriff, sei geflohen. Die Soldaten sind noch nicht einmal alle hinein, so setzen sich schon die arbeitenden Insekten in Bewegung, eilen nach dem beschädigten Theile hin und jedes von ihnen hat eine Quantität zubereiteten Mörtels im Munde. Diesen Mörtel kleben sie, sobald sie ankommen, auf die Bresche und führen ihre Arbeit mit einer solchen Eile und Leichtigkeit aus, daß sie, ungeachtet ihrer ungeheuren Anzahl, einander doch nie hindern oder aufhalten. Während dieser scheinbaren Unruhe und Verwirrung wird der Zuschauer sehr angenehm überrascht, wenn er nach und nach eine regelmäßige Mauer entstehen und den Riß ausgebessert sieht. Während die Arbeiter hiermit beschäftigt sind, bleiben fast alle Soldaten inwendig, außer daß unter sechshundert bis tausend Arbeitern hin und wieder einer umhergeht, der aber nie den Mörtel berührt. Ein Soldat nimmt indessen seinen Posten immer dicht an der Mauer, welche die Arbeiter aufbauen. Er dreht sich gemächlich nach allen Seiten, und in einer Zeit von ein paar Minuten hebt er seinen Kopf in die Höhe, schlägt mit seiner Zange auf das Gebäude und macht das vorhin erwähnte zitternde Geräusch. Ein lautes Gezisch erfolgt sogleich aus der innern Seite der Kuppel und allen unterirdischen Höhlen und Zugängen, und es wird nach jedem solchen Zeichen mit doppelter Eile und Thätigkeit gearbeitet. Ein neuer Angriff verändert indeß sogleich die Scene. Sobald ein Schlag geschieht, laufen die Arbeiter mit der größten Schnelligkeit in die Röhren und Gallerien, womit das Gebäude durchlöchert ist. In wenig Sekunden sind sie alle verschwunden, und die Soldaten stürzen eben so zahlreich

und rachgierig wie zuvor, heraus. Finden sie keinen Feind, so kehren sie gewöhnlich wieder in den Hügel zurück, und bald nachher erscheinen die Arbeiter eben so beladen, eben so thätig und eifrig wie vorher, mit einigen Soldaten hie und da unter ihnen, die wieder dasselbe Geschäft haben, daß einer oder der andere von ihnen das Zeichen giebt, die Arbeit zu beschleunigen. Auf diese Art kann man sie, so oft man will, zum Streiten oder Arbeiten herauskommen sehen, und man wird gewiß immer finden, daß die eine Klasse sich nie darauf einläßt, zu fechten, oder die andere, zu arbeiten, wie groß auch die Noth sein möge.

Die Tapferkeit und hartnäckige Gegenwehr dieser Thiere macht es äußerst schwer, ihren innern Bau genau zu beobachten. Ihre Soldaten fechten bis auf's Aeußerste und vertheidigen jeden Zoll des Bodens so gut, daß kein Mensch, ohne viel Blut zu verlieren und sich den empfindlichsten Schmerzen auszusetzen, ihm nahe kommen kann. Auch läßt ein Gebäude sich nicht leicht in eine solche Lage bringen, daß man seine innern Theile ohne Störung betrachten könnte. Denn während die Soldaten die Außenwerke vertheidigen, verrammeln die Arbeiter alle Wege und verstopfen die vielen Gallerien und Durchgänge, die zu den verschiedenen Zellen und besonders zu den königlichen führen. Sie füllen nämlich die Eingänge zur königlichen Zelle so künstlich an, daß sie von außen wie ein Thonklumpen aussieht und durch nichts als durch die Schaaren von Arbeitern und Soldaten, die um sie herum beschäftigt sind, erkannt werden kann. Nimmt man dennoch die königliche Zelle heraus, so entsteht ein Leben und eine unglaubliche Thätigkeit unter den mehreren hundert Dienern, die sich gewöhnlich in dem Hauptgemache neben dem königlichen Paare befinden.

Alle laufen mit äußerster Bekümmerniß um den König und die Königin, füttern sie, sorgen für ihre Eier und vertheidigen sie auf's Aeußerste.

XXII. Eigenthümlichkeiten der Zwitterthiere.

Wir haben es bereits erwähnt, daß gerade die höchsten Kunstfähigkeiten des Instinkts sich im Gesellschaftsleben der Thiere kund geben, das heißt bei solchen Thieren, die in großen Gesellschaften leben, und zwar hauptsächlich dann, wenn diese Gesellschaften den Charakter *organisirter* Gesellschaften an sich tragen, in welchen *die Theilung der Arbeit* stattfindet. Wunderbar ist es, daß dieses in der Thierwelt nur dort vorkommt, wo ein Zwittergeschlecht den Haupttheil der Gesellschaft ausmacht; es gewinnt hierdurch den Anschein, als ob die Natur, die diesen Thieren den Trieb der Fortpflanzung versagt, ihnen andere Triebe verliehen hat, die ihrem Dasein eine Art geistigen Werth verleihen.

Wir haben dies bei den Bienen, Ameisen un Termiten gesehen und wissen kein Beispiel anzuführen, wo bei andern nicht zwitterhaften Thieren ein Gleiches stattfindet. Was man sonst immer außerordentlich Wunderbares von den Bibern erzählt, hat sich in neuerer Zeit als große Uebertreibung erwiesen.

Wir haben noch über eine Eigenthümlichkeit gerade dieser Zwitterthiere etwas Besonderes hervorzuheben.

Es steht über allen Zweifel fest, daß gerade die Gesellschaftsthiere die Kunst der Mittheilung gegen einander besitzen. Es fehlt uns aber durchaus jeder Maßstab, die Art der Mittheilungsweise zu beurtheilen. — Wenn Elephanten von Führern geleitet werden, wenn Affen Posten

ausstellen, die Nachrichten über das Nahen eines Feindes geben, so setzt dies freilich eine Art Verständigung zu bestimmten Zwecken voraus, indessen läßt diese sich doch noch immer auf gewisse Naturinstinkte zurückführen. Vielleicht ist das, was man als ausgestellte Posten bei den Affen ansieht, nur eine halbbewußte Einrichtung der Affen. Sie ziehen zwar in großen Gesellschaften einher, aber nicht so geordnet, daß sie geschlossene Kolonnen ausmachen. Es werden sich immer einzelne Affen zu beiden Seiten, wie im Vortrab und Nachtrab, befinden, und wenn diese unwillkürliche Schreie ausstoßen, sobald sie Gefahr merken, und dadurch den Haupttrupp davon benachrichtigen, so versehen sie zwar den Dienst ausgestellter Posten, aber sie sind es dennoch keineswegs in dem Sinne menschlicher Handlungsweise. Außerdem ist die Mittheilungsart durch Schreien oder sonst hörbare Zeichen uns mindestens nicht unbegreiflich.

Nicht so ist es mit den Mittheilungen, die zwischen Insekten beobachtet worden sind, deren Leben wir hier näher geschildert haben. Die Mittheilung ist nicht wie beim Schrei eine vielleicht unwillkürliche, die das, was mitgetheilt werden soll, mehr verräth als mittheilt; sie ist auch nicht eine, die nur eine unbestimmte Nachricht giebt, wie die von Gefahr, und ist auch endlich nicht eine hörbare, von der wir uns mindestens eine Vorstellung machen können, sondern es geschieht die Mittheilung zwischen Insekten ganz anders.

Eine Biene, eine Ameise eilt auf die andere zu und befühlt sie mit den Fühlhörnern und giebt ihr auf diese Weise eine Nachricht, die diese ganz in ähnlicher Weise einer andern macht. Jede, die es nun weiß, bringt die Nachricht in gleicher Weise weiter zur Kenntniß der Andern, bis die ganze Gesellschaft den neuen Vorfall kennt

und hierauf ihre Maßregeln ergreift. Man hat solche Mittheilungsart bei den Bienen immer beobachtet, wenn eine Bienenkönigin gestorben ist; bei den Ameisen, wenn zwischen dem einen Haufen und einem andern ein Kampf ausbricht.

Und dies ist freilich etwas ganz Andres, als z. B. die Mittheilungen unter den Affen. Das Insekt thut dies nicht unwillkürlich, wie man einen Schrei thut, sondern es ist fast unzweifelhaft ein Akt des Willens. Das zweite Thier vernimmt nicht etwas, woraus es unbestimmt eine Gefahr merkt, sondern nimmt schon eine bestimmte Nachricht auf. Endlich ist die Art, durch die Fühlhörner sich mitzutheilen, für uns unbegreiflich, da wir eine ähnliche Mittheilungsweise nicht besitzen. Man kann dies nicht mit unsern Pantomimen vergleichen, denn diese sind eine Bildersprache, in welcher der Mittheilende den Vorgang, den er erzählen will, gewissermaßen mit dem eigenen Körper vorstellt und durch Mienen die Empfindungen hinzu malt. — Noch weniger kann man die Sprache durch die Fühlhörner mit der Fingersprache vergleichen, die z. B. die Taubstummen erlernen und sprechen, denn diese Fingersprache ist nichts anderes, als eine Schriftsprache, wo die Stellung der Finger Buchstaben bedeutet und stets voraussetzt, daß der Taubstumme lesen kann, also die Wortsprache, obwohl er sie nie gehört hat, doch versteht.

Die Mittheilungsweise unter den genannten Insekten ist daher für uns unerklärlich und wahrscheinlich für ewig für den Menschen unergründlich, da ihm das Organ fehlt, durch welches die Mittheilung gemacht wird.

Indem wir jetzt zur letzten Gattung des Instinkts, zum Wander-Instinkt kommen, werden wir eine andere, uns völlig unerklärliche Fähigkeit bei Thieren beobachten, die auch wohl niemals erforscht werden wird, weil uns

die Natur auch nicht einmal in geringem Maße jene Fähigkeit verliehen hat, die einzelne Wanderthiere in hohem Grade besitzen.

XXIII. Der Wanderinstinkt der Thiere.

Der Wander-Instinkt der Thiere zeigt sich bei vielen Gattungen, sowohl bei solchen, die auf dem Lande, wie bei solchen, die im Wasser leben; am bekanntesten sind die Wanderungen der Vögel, deren Züge den Wechsel der Jahreszeit und der Temperatur ziemlich genau verkünden.

Im Allgemeinen ist der Wander-Instinkt mit dem Instinkt, die Nahrung aufzusuchen, übereinstimmend, und fast immer geschehen diese Wanderungen in großer Gemeinschaft, selbst wenn die Thiere, sobald sie ihren zeitweiligen Aufenthaltsort erreicht haben, sich zerstreuen und vereinzelt ihr Leben führen.

Die Affen wandern oft in großen Zügen umher und schwingen sich dabei durch ganze ungeheure Wälder von Baum zu Baum. Ihre Schaaren sind dabei oft so groß, daß es höchst gefahrvoll ist, ihnen zu begegnen. Diese Wanderung ist nicht gerade von der Jahreszeit abhängig, sondern steht mit dem Suchen der Nahrung in Verbindung, so daß die Auswanderung dann beginnt, wenn die Nahrung an einem Orte zu fehlen anfängt.

In heißen Weltgegenden giebt es eine Art Wanderameise, die in ungeheuren Zügen Reisen macht. Ihre Zahl ist so furchtbar groß, daß die Fluren, über die sie hinziehen, schwarz bedeckt sind, so weit das Auge reicht. Auf ihrem Wege bleiben Felder und Waldstrecken vollkommen kahl zurück. Wo sie auf Wohnungen treffen,

wissen die Menschen nichts Besseres zu thun, als die Wohnungen auf einige Tage zu verlassen, da nicht ein Winkelchen im Hause sicher bleibt vor den Besuchen dieser Thiere. Sie verbreiten sich über Dach, Boden, Keller und Küche, und hausen daselbst, bis sie der Instinkt zur Weiterreise antreibt. Dafür aber reinigen sie das Haus auch vollständig von Ratten, Mäusen und Schaben, und deshalb sehen die Bewohner Ostindiens die Züge der „Besuchs-Ameise" zuweilen nicht ungern.

Die Wanderungen, die Fische antreten, gehören zu den bekanntesten Erscheinungen, auf welche sogar oft Tausende von Menschen mit Sehnsucht warten, indem sie ihnen den Lebensunterhalt gewähren. Die Häringe z. B. kommen milliardenweise aus uns unbekannten Gegenden des Meeres an die Küsten der Nord- und Ostsee, und erscheinen so regelmäßig, daß man auf ihr Kommen und Gehen wie auf den Sonnenauf- und Untergang zählen kann.

Am bekanntesten aber sind die Wanderungen der Vögel, deren Reisezüge gewiß von Jedermann mit Interesse beobachtet werden, denn schon die Ordnung der Züge ist auffallend und eigenthümlich bei jeder verschiedenen Gattung, und bei vielen bemerkt man so wunderbare Erscheinungen, daß man den sie treibenden Instinkt in hohem Grade räthselhaft nennen muß. Die Schwalben, die Kraniche, die Wachteln und die Drosseln haben jede ihre bestimmte Reisezeit und besondere Art des Zuges. Die Bachstelzen ziehen in einem langen Striche hinter einander durch die Luft; die wilden Gänse und Enten ziehen keilförmig ihren Weg dahin; die Schwalben gehen in breiten Reihenzügen von dannen und die Stare wälzen sich in großen Haufen von dannen, indem sie immerfort um einander einen Wirbelflug machen.

Die Züge der Vögel gehen alle von Norden nach Süden. Das Bedürfniß, in wärmerer Luft zu leben, woselbst sich Insekten und Früchte als Speisen vorfinden, führt sie nach den wärmeren Gegenden, sobald die kalte Jahreszeit naht. Trotzdem ist es nicht eigne bewußte Vorsicht der Thiere, die sie von dannen führt, sondern es treibt sie ein blinder Instinkt, der auch bei solchen Vögeln wirksam ist, die man in Zimmern hält, wo sie von der Kälte nicht zu leiden hatten, und denen man Futter giebt, ohne daß sie es aufzusuchen brauchen. Ja, auch bei solchen Vögeln, die man aus den Eiern aufzog, die also niemals eine Wanderung ihrer Genossen gesehen haben, beobachtete man eine Unruhe um die Zeit, wo ihresgleichen sich zur Wanderung aufmacht, und sie traten sofort die Wanderung mit an, sobald man sie frei ließ.

XXIV. Der Wander-Instinkt der Störche.

Der Flug der Wandervögel ist ungeheuer schnell und ihr Zug ist außerordentlich andauernd. Die Störche fliegen in der Auswanderung an 30 Meilen in der Stunde; ihre Züge sind oft so groß, daß sie trotz des schnellen Flugs drei Stunden lang sichtbar bleiben, und dabei fliegen die Störche nicht einzeln hinter einander, sondern in ziemlich breiten Kolonnen. Das Wunderbarste an den Zügen der Störche aber ist die Eigenthümlichkeit, daß sie nicht wie andere Zugvögel durch's Jahr wandern und von einem Orte zum andern ziehen, wo sie Nahrung und zusagende Wärme haben, sondern daß sie zwei regelmäßige feste Wohnsitze haben, den einen im Norden, bei uns, den andern im Süden, an der ägyptischen Küste, und ihre Züge direkt und regelmäßig von der einen Heimath nach

der andern gehen, um an jedem dieser Orte eine bestimmte Zeit zuzubringen.

Das Auffallende beim Wander-Instinkt des Storches liegt darin, daß er regelmäßig seine vorjährige Heimath wieder auffindet und sein Nest, das er einmal aufgebaut, wieder ausbessert und bewohnt. Der Storch, der auf einer Dorfscheune, auf dem Giebel eines Bauernhauses sein Nest aufgeschlagen, kommt aus Afrika, einen Weg von tausend Meilen her, fliegt über Tausende von Dörfern hinweg, läßt rechts und links viele Tausende von ähnlichen Orten liegen und kommt, ohne zu irren, geradeswegs auf seine Heimath zu und nimmt sie wieder in Anspruch.

Der beste Geograph der Welt, mit den besten Landkarten versehen, vermöchte sich nicht zurechtzufinden, ohne die Astronomie zu Hilfe zu rufen und die genaueste Messung in Länge und Breite vorzunehmen. Der Seefahrer muß zu außerordentlichen Instrumenten die Zuflucht nehmen, um mitten im Meere die Gegend zu erkennen, nach welcher er hinzusteuern hat. Er muß den Stand der Sonne mit dem Gange seiner sorgfältig gearbeiteten Schiffsuhr vergleichen, und ist dennoch oft auf Meilen weit unsicher über den Ort, wo er sich augenblicklich befindet, und solch ein Thier durchzieht die Luft mit unglaublicher Schnelligkeit, durcheilt dieses stürmischere Meer hoch über den Wolken hin, die ihm sogar den Anblick der Erde entziehen, und irrt nicht und findet seinen Weg direkt zu dem Dachgiebel, wo er vor einem halben Jahre gehaust hat.

Hier waltet ein uns unbegreiflicher Instinkt ob, der um so unbegreiflicher ist, als er weder mit der Erhaltung noch der Fortpflanzung, noch der Ernährung des Thieres in einem unmittelbaren Zusammenhange steht; denn die

Nothwendigkeit, dasselbe Nest als sein alleiniges Eigenthum sein ganzes Lebenlang zu bewohnen, wo auf dem Wege viele Tausend solcher Nester da sind, deutet auf einen Trieb des Eigenthums hin, welchen hier die Natur selber geheiligt zu haben scheint. Nur äußerst selten findet sich ein fremder Storch in einem fremden Neste ein, und wahrscheinlich nur, wenn sein eignes durch Unglück oder Muthwillen während seiner Abwesenheit zerstört worden ist; aber wenn der wirkliche Eigenthümer dazu kommt, so entsteht ein Kampf zwischen den Störchen um den Besitz, der nur mit der Flucht des Eindringlings oder dem Tode des einen Kämpfenden endet. Man hat noch nie bemerkt, daß der rechtliche Eigenthümer geflohen sei, wenn auch der Eindringling weit stärker war; lieber läßt er sich tödten, ehe er sein Recht aufgiebt. Der Eindringling dagegen hat das Gefühl des Rechts nicht und ergreift die Flucht, wenn er einen Besitzer findet, der ihn bewältigen kann.

Wir können bei dieser Gelegenheit eine Eigenthümlichkeit, die bei der Wanderung der Störche beobachtet worden ist, nicht unerwähnt lassen, obwohl diese noch völlig unerklärt ist und man keinen Begriff davon hat, was eigentlich da vorgeht.

Wenn der Winter naht und die Störche sich zur Abreise anschicken, versammeln sich alle Störche der Gegend zu einem gemeinsamen Zuge und treffen mit andern gleichen Zügen bald zusammen, um die Reise gemeinschaftlich zu machen. Bevor aber der Zug ins Weite hinaus beginnt, läßt sich die Storchgesellschaft gemeinhin auf ein Feld nieder und schließt da einen großen Kreis, in dessen Mitte ein oder zwei Störche bleiben. Nach vielem Klappern mit den Schnäbeln fallen die Störche über die im Kreise sich befindenden her und tödten sie, und sodann

erhebt sich der Zug sofort und zieht von dannen. — Man nennt diesen Vorgang den **Gerichtstag** und will darin eine Art Rechtspflege erkennen gegen irgend welche verbrecherische Störche; allein es ist wahrscheinlicher, daß die schwächlichen und kranken Störche in solcher Weise getödtet werden, die den Zug nicht würden mitmachen können und ohnehin umkommen würden. Jedenfalls ist dieser räthselhafte Vorgang höchst wunderbar und findet in der Thierwelt nichts Aehnliches, womit er verglichen werden kann.

Der Instinkt, die Heimath und das eigne gebaute Nest wieder aufzusuchen, wird wohl bei vielen Vögeln vorkommen; bei den Schwalben ist er schon oft beobachtet worden. Der Naturforscher Spallanziani hat durch achtzehn Frühlinge ein und dasselbe Schwalbenpaar in ein und dasselbe Nest wiederkehren sehen.

XXV. Die Taube.

Die auffallendste Erscheinung von Thierwanderungen bietet die Wandertaube dar; wir müssen aber zuvor auch der künstlich abgerichteten Brieftauben erwähnen, deren Heimathsinn jeden menschlichen Begriff übersteigt. Die Taubenpost zwischen Bordeaux und Brüssel, die jahrelang betrieben und zu wichtigen Zwecken benutzt wurde, ist eine allgemein bekannte Thatsache und beruht darauf, daß die Tauben, die in verschlossenen Körben meilenweit fortgeführt werden, sofort nach der Heimath fliegen, sobald man sie in Freiheit setzt. Interessanter noch ist ein Versuch, der hier in Berlin von einigen Taubenliebhabern gemacht

wurde. Zwei Brieftauben, die im Jahre 1849 von Aachen nach Berlin und zwar auf der Eisenbahn in verschlossenen Körben gebracht worden sind, waren noch niemals mehr als sechs Meilen von Aachen entfernt gewesen. Als man sie hier in Berlin mit Briefen versehen nach einander aufsteigen ließ, fand sich die eine schon nach zwei und einer halben Stunde in Aachen ein, während die andere gegen vier Stunden zu dieser Reise brauchte. Beide Tauben hatten sich sofort, als sie freigelassen worden, hoch in die Luft erhoben, flogen in weiten Kreisen ein paar Mal herum und gingen dann in gerader Richtung nach der Gegend hin, wo Aachen liegt.

Wir brauchen es nicht zu erwähnen, daß die Kugelgestalt der Erde es unmöglich macht, selbst von bedeutender Höhe herab von Berlin bis nach Aachen zu sehen. — Die Thatsache ist daher völlig unerklärlich.

Wenn wir der Wandertaube hier noch besonders erwähnen, so geschieht es, weil im Leben dieser Thiere einige Eigenthümlichkeiten vorkommen, die sich sonst selten finden, und sich hier eine Vereinigung des Wander-Instinkts und des Gesellschafts-Instinkts in hohem Grade zeigt.

Die Wandertauben sind in Nordamerika heimisch und sie finden sich in so großen Gesellschaften auf längere Zeit in einzelnen Waldstrecken ein, daß ihre Zahl alle Begriffe übersteigt.

Wo sie sich in einem Walde niederlassen, nehmen sie oft einen Raum von vielen Meilen ein. Vor einigen Jahren füllte im Staate Kentucky eine solche Niederlassung der Wandertauben einen Waldraum von nahe zehn deutschen Meilen Länge und einer deutschen Meile in der Breite aus. Auf dieser ganzen Strecke war fast jeder Baum mit Nestern bedeckt; als sie abzogen, war der Bo-

den mehrere Zoll hoch mit ihrem Dünger belegt, alles weiche Gras der Gegend und sämmtliches Buschholz abgefressen und viele Zweige hoher Bäume waren gebrochen von der Last der klumpenartig über einander sich niederlassenden Vögel. Die Spuren solcher Verwüstungen sind oft Jahrelang sichtbar, gleichwohl aber ist ihr Erscheinen den Einwohnern und namentlich den Indianern willkommen, denn die jungen Vögel, von denen nur einer in jedem Neste sich vorfindet, sind groß und ganz außerordentlich fett, und ihr Schmalz ist als Speise sehr angenehm.

Das Auffallende dieser Erscheinung ist, daß die Wandertauben das Land sehr unregelmäßig durchstreifen und kommen und gehen, ohne daß man jene Ordnung nach Zeit und Umständen bei ihnen findet, die sonst alle Erscheinungen des Instinkts an sich zu tragen. Der berühmte amerikanische Naturforscher Wilson giebt die Zahl eines einzigen solchen Zuges auf zweitausend Millionen an. Ein anderer zuverlässiger Schriftsteller erzählt von einem solchen Zuge folgendes: „Die Luft war so voll von jenen Vögeln, daß das Licht der Mittagssonne wie bei einer Sonnenfinsterniß verdunkelt war und der Koth dicht wie Schneeflocken herabfiel. Vor Sonnenuntergang kam ich zu Louisville, das fünfundfünfzig englische Meilen entfernt ist, an; aber noch zogen die Tauben in ebenso dichten Schaaren vorüber, und der Zug derselben dauerte noch drei volle Tage: während dieser Zeit war die ganze Bevölkerung des Landes unter dem Gewehr, um Jagd zu machen.“

Das fast unglaubliche dieser Mittheilungen findet durch Berichte deutscher Reisenden seine Bestätigung, noch mehr aber durch eine andere Naturmerkwürdigkeit, die gegenwärtig sogar eine wichtige Rolle in der Politik spielt und die ebenfalls von Wandervögeln herrührt, die von

Zeit zu Zeit ihren Sitz auf einigen Felsen des stillen Meeres nehmen.

Der politische Streit um den Besitz der Guano-Insel ist bekannt. Diese Inseln sind nicht etwa durch den Raum, den sie einnehmen, ein Gegenstand des Streites, denn sie bestehen nur aus zwei ganz öden hohen Gebirgsklumpen, auf welchen kein Baum und kein Strauch wächst. Aber diese Klumpen sind der vorzüglichste Dünger der Welt, und Schiffsladungen davon werden mit hohen Preisen bezahlt und nach allen Weltgegenden als kostbare Waare versendet. Und doch ist dieser Dünger nichts anderes als der Unrath einer Sorte von Vögeln, die millionenweise auf diesen Inseln brüten und deren Kothmassen solch hohe Gebirgsklumpen aufgethürmt haben, daß man wohl noch Jahrzehnte lang wird im Stande sein, die unfruchtbarsten Strecken der civilisirten Welt damit zu düngen. Der Werth dieser Inseln ist so groß, daß möglicherweise einmal ein Streit zwischen den Engländern und Amerikanern zu einem Kriege führen könnte, denn man hat berechnet, daß wenn der Dünger in den untern Lagen dieser Gebirgsklumpen so vortrefflich sein sollte wie er es in den obern Schichten ist, alles bisher gefundene kalifornische Gold zu gering wäre, als Preis für diese Inseln.

Und doch besteht dieser Dünger nur aus dem Unrath von Vögeln, die von Fischen leben, welche sie aus dem Meere herausholen und die wahrscheinlich viele Jahrtausende dort ihren Sammelplatz gehabt haben müssen, um eine solche Masse davon aufthürmen zu können. Nach einer Schätzung der oberen frischeren Schichten muß die Zahl der dort hausenden Vögel viele Millionen betragen.

Indem wir nunmehr die einzelnen Arten des Instinkts der Thiere näher betrachtet haben, wollen wir

nun in aller Kürze von den Fähigkeiten der Thiere sprechen, die sie nicht mehr instinktmäßig, sondern durch den Umgang und die Erziehung der Menschen erhalten haben, um sodann mit einigen Betrachtungen über die Natur unser Thema beschließen zu können.

XXVI. Der Einfluß der menschlichen Umgebung auf den Instinkt der Hausthiere.

Wenn wir den Einfluß kennen lernen wollen, den der Umgang und die Erziehung des Menschen auf den Instinkt des Thieres ausübt, so dürfen wir nicht auf Menagerien blicken, wo man wilde Thiere gezähmt und sogar zu gewissen Kunststücken abgerichtet sieht, denn hier ist der alte Instinkt nicht geändert und neue Instinkte nicht angeregt. Man sieht daselbst nur eine bloße gewaltsame Zähmung und Abrichtung eines einzelnen Thieres und zumeist nur in Beziehung auf den einzelnen Menschen, den Zuchtmeister und Wärter. Außerdem sind Fälle bekannt, wo selbst diese durch die leichteste Unvorsichtigkeit ein Opfer ihrer Zöglinge wurden.

Der Einfluß des menschlichen Umgangs und seiner Erziehung auf den Instinkt des Thieres zeigt sich bei den Hausthieren, und wir werden einzelne Fälle hieraus näher betrachten. Vor Allem jedoch müssen wir hervorheben, daß die Natur selber das Thier zu solcher Erziehung durch den Menschen vorgebildet haben muß und zwar durch den Instinkt der G e s e l l i g k e i t.

Ein Thier, das im wilden Zustande gesellig mit seinesgleichen lebt, kann ein Hausthier werden und Eigenschaften und sogar Instinkte annehmen, die hoch an Verstandesthätigkeit grenzen; Thiere aber, die im wilden

Zustande nicht gesellig leben, werden niemals wirkliche Hausthiere, trotzdem sie gezähmt und sogar in ihrer Natur wesentlich verändert werden können.

Ein schlagendes Beispiel liegt in Hund und Katze vor. Vom Hunde werden wir sofort ein Näheres berichten, und werden dann sehen, daß die Erziehung außerordentlich viel an ihm gethan, ohne jedoch seine Natur zu ändern; die Katze dagegen ist durch die Zähmung in ihrer Natur vollständig umgewandelt worden, ohne daß man sagen kann, sie sei ein wirkliches Hausthier.

Der Unterschied zwischen der wilden und der zahmen Katze ist außerordentlich auffallend. Die wilde Katze ist ein Raubthier mit kurzem Darm, deren ganze Verdauungswerkzeuge einzig und allein zur Verarbeitung von Fleischspeisen eingerichtet sind. Durch die Zähmung aber und durch die Kost, zu der sie gewöhnt wurde, ist ihre Beschaffenheit umgewandelt worden, ihr Darm ist bedeutend verlängert, ihre Verdauungswerkzeuge sind umgestaltet, so daß sie auch Pflanzenkost genießen kann; sie ist also in Wahrheit durch die Zähmung ihrer Leibesbeschaffenheit nach ein anderes Thier geworden. Und doch ist sie kein Hausthier; sie geht und kommt wenn sie Lust hat, gehorcht meist nicht, läßt sich zu nichts gebrauchen und abrichten und führt im Hause ein halb räuberisches, wildes Leben. — Was ist es, das diesem Thiere, das durch die Erziehung so sehr leiblich umgewandelt worden ist, dennoch geistig mangelt? — Es ist nichts anderes als die Anlage durch die Natur. Die Katze ist kein Thier, das in der Wildniß in Geselligkeit lebt, und deshalb ist sie auch nicht in gezähmtem Zustande einer Ausbildung fähig.

Hieraus ersehen wir, daß die Natur den Thieren die Anlagen geben muß, die der Mensch entwickeln und aus-

bilden kann; hieraus können wir lernen, daß der Geselligkeits-Instinkt die Hauptbedingung der Ausbildung ist, und wir dürfen hieraus schließen, daß auch der Mensch zu jener hohen Stufe der Ausbildung nie kommen würde, wenn er nicht von Natur aus den Geselligkeits-Instinkt besäße. Wir werden später bei der Betrachtung des Instinkts im Allgemeinen noch hierauf zurückkommen.

Es giebt gewisse Thiere, die so zu Hausthieren geworden sind, daß sie ohne den Schutz des Menschen gar nicht existiren könnten. Die Schafe haben keine Waffen des Angriffs und der Vertheidigung; Krankheit, Witterung und Raubthier würden sie ausrotten, wenn der Mensch nicht wäre, der sie beschützt und erhält. Man kann sich kaum einen Begriff davon machen, wie sie in der Wildniß leben könnten. Daher ist in ihnen auch der Instinkt sehr rege, sich dem Menschen anzuschließen. Mit Hilfe eines einzigen Hundes hält ein Schäfer im gewöhnlichen Zustande vierhundert Schafe zusammen und kann wohl auch achthundert bis tausend solcher Thiere leiten und lenken. Ja, wenn der Schäfer noch des Hundes zur Leitung bedarf, ist es nicht der Fall, weil die Schafe davon laufen möchten, sondern weil sie sich leicht unwillkürlich verlaufen oder verirren. — Wir haben hier also ein Thier, das ganz darauf angewiesen ist, bei Menschen zu leben und das auch sehr wenig Verstand hat, der ausgebildet werden kann, und dennoch hat das Schaf eine geistige Kultur angenommen. Es kennt den Schäfer, versteht seinen Ruf, folgt seiner Musik, drängt sich in Gefahr enge an ihn, merkt es, wenn es geschoren werden soll, und sträubt sich gewaltsam dagegen, wenn es zur Schlachtbank geführt wird.

XXVII. Eine Art geistigen Bewußtseins bei Thieren.

Wenn wir im Schafe ein Thier gesehen haben, das geistig sehr beschränkt, das aber auch ganz und gar auf den Schutz der Menschen angewiesen ist, wollen wir nun des Pferdes, des Hundes und des Affen erwähnen, um in diesen Beispielen zu zeigen, wie gewisse Thiere durch den Menschen bis zu einer Art geistigen Bewußtseins gebracht werden können.

Der bloße Anblick des Pferdes genügt, um den Einfluß der Zucht durch den Menschen sofort zu erkennen. Schon äußerlich unterscheiden sich die Pferde, je nach der Erziehung und Beschäftigung, die ihnen zu Theil wird, sehr von einander. Der Karrenzaul, das Kutschpferd, das Schlachtroß, das Reitpferd unterscheiden sich bedeutend in Bau und Haltung, in Gang und Blick, in Muth und Ausdruck des Kopfes. Die Pferde haben einen bestimmten Charakter, je nach der Erziehung, und verstehen ihre Tücken vortrefflich gegen den anzuwenden, der mit ihnen nicht angemessen umgeht. — Das Pferd hat ein starkes Gedächtniß und findet sich auf Wegen zurecht, wo es vor vielen Jahren einmal gegangen; und schon dies setzt eine bewußte Auffassung der Umgebung voraus, die nicht mehr instinktmäßig vor sich geht. Es besitzt aber das Pferd auch Zu- und Abneigungen für gewisse Menschen und wird in vielen Fällen so weit in diesen Eigenschaften ausgebildet, daß man nicht umhin kann, dem Pferde sogar Empfindungen zuzuschreiben. Man hat Pferde beobachtet, die die Treue des Hundes gegen ihren Herrn ausübten, die dem Herrn nachliefen, wenn er mit ihnen schmollte, die ihm schmeichelten, wenn er böse ward, die auf seinen Ruf kamen, auf seinen Ruf sich entfernten.

— Nicht selten ist es in Schlachten, daß das Pferd bei der Leiche des Reiters stehen bleibt und ihr nachfolgt, wenn man sie davon trägt. Man erzählt von Pferden, die Tage lang in offenbarer Traurigkeit lebten wegen des Todes ihres Herrn und selbst Speise und Trank verschmähten in ihrer sichtbaren Betrübniß.

Mag es nun auch sehr schwer sein, mit Sicherheit die Grenzen anzugeben, wo in solchen Fällen Dressur, also Gewöhnung, oder Selbstthätigkeit vorhanden ist, so ist es dennoch unbestreitbar, daß in den durch Menschen sorgfältig erzogenen Pferden gewisse Vorstellungen wirksam, die nahezu dem verwandt sind, was man in höherm Grade denken und empfinden nennt. — Daß beim Pferde innere Thätigkeit des Gehirns ähnlich wie bei unserm Denken vorkommt, ohne daß die Sinne direkt dazu anregen, sieht man aus der unzweifelhaften Thatsache, daß die Pferde träumen; denn der Traum rührt eben nur von einer Thätigkeit der Vorstellungskraft her, zu der die Außenwelt augenblicklich keine Veranlassung giebt.

Merkwürdig ist es, daß die Erfahrung auch hier gelehrt hat, wie das geschlechtslose Pferd, der Hengst, dem man künstlich die Zeugungsfähigkeit benommen hat, die beste Anlage zur Kultivirung zeigt, als ob sich gewisse geistige Eigenschaften des Thieres besser entwickeln lassen, wenn der Fortpflanzungstrieb ihm genommen wird! Daß das Zwittergeschlecht der Maulesel, ein Bastard von Pferd und Esel, vortreffliche Eigenschaften besitzt, in denen er Pferd und Esel übertrifft, haben wir bereits bei Gelegenheit des Kunstinstinktes angeführt, der den Zwitter-Insekten eigen ist.

Das merkwürdigste der Thiere in Bezug auf Erziehung durch Menschen ist der Hund. Gleich dem Pferde hat ihm die Natur in der Wildniß den Geselligkeitstrieb ge-

geben. In Amerika giebt es ganze Strecken, in denen die Hunde wild in großen gemeinsamen Niederlassungen leben, wo sie unterirdische Höhlen haben. Die Jäger nennen diese Niederlassungen Hundedörfer und erzählen viel Wunderbares von denselben, das man ihnen aber nicht glauben darf, weil Jäger gemeinhin gern übertreiben. In Australien lebt gleichfalls eine wilde Hunderace in großen Gesellschaften, die nicht wenig schlau und in vielen Fällen gefährlich sind. Sonst aber ist der Hund in allen Welttheilen so gezähmt und hat sich so eng der menschlichen Gesellschaft angeschlossen und dienstbar gemacht, daß er den Trieb zu seinesgleichen ganz und gar in der Zähmung verloren hat und ein wirkliches ausschließliches Besitzthum des Menschen geworden ist. Der gezähmte Hund schließt sich den Gesellschaften wilder Hunde nimmermehr an.

XXVIII. Merkwürdige Eigenthümlichkeiten des Hundes.

Es giebt kein Thier, das so ganz und gar ein Eigenthum der menschlichen Gesellschaft geworden ist, als der Hund; es giebt keines, das gleich dem Hunde geistig so herangebildet werden kann, daß es ganz auf des Menschen Neigung und Bedürfniß willig eingeht und ein richtiges Verständniß von seinem Verhältniß zum Menschen hat.

Fast alle Thiere sind in ihrem Dasein nur auf ein bestimmtes Klima angewiesen; aber gleich dem Menschen, der in heißen und in kalten Zonen lebt, vermag der Hund sich unter allen Himmelsstrichen zu erhalten. Fast in jedem gezähmten Thiere liegt eine besondere Neigung oder Fähigkeit, die es geschickt macht zu einer bestimmten Lei-

stung. Im Hunde dagegen liegen die verschiedensten Neigungen und Fähigkeiten und je nach der Erziehung bildet sich die eine oder andere bei ihm aus. Alles aber was er thut, thut er mit Verständniß und Einsicht und weiß sich in den verwickeltsten Fällen mit großer Umsicht zu benehmen, wenn er auch noch nie in einer solchen Lage gewesen sein sollte.

Und all' das thut er, wenn er einmal dazu eingeübt wurde, nur auf das Wort. Nicht Zaum und Peitsche, sondern mündlicher Befehl, ja ein Blick reicht oft hin, den Hund zu regieren. Denn der Hund versteht, was man von ihm fordert, er thut es freiwillig, ja freudig und energisch, und ist belohnt und vergnügt, wenn der Herr ihn dafür freundlich anblickt.

Von des Hundes Fähigkeiten für die Jagd, für die Hütung des Hauses, für das Hüten der Heerde, für das Ziehen und Tragen von Lasten wollen wir, als ganz bekannten Dingen, nicht weiter sprechen. In Frankreich wird er abgerichtet, den Spieß zu drehen; in Kamtschatka ist er das einzig brauchbare Zugvieh, in der Wildniß ist er der vortrefflichste Schützer, im Wasser ein vortrefflicher kühner Schwimmer, und all' dies nur aus Anhänglichkeit an den Herrn, aus Neigung, demselben dienstbar zu sein.

Aber welch' eine Fülle geistigen Verständnisses zeigt der Hund in tausend Fällen des Lebens? Der Hund versteht sich auf das Antlitz des Menschen, weiß vortrefflich zu unterscheiden zwischen Einem, der ihm wohl will, und Einem, der ihm Böses gönnt. Der Hund weiß es vortrefflich, ob er etwas Gutes oder Uebles gethan hat. Freudig springt er dem Herren entgegen und macht ihn aufmerksam darauf, wenn er sich einer richtigen Handlung bewußt ist. Offenbar theilt er ihm dadurch etwas ganz Bestimmtes mit. Wenn der Herr ihn nicht versteht,

wird der Hund nicht müde, ihn zum Verständniß dessen zu bringen; er ruht nicht und zerrt den Herren dort hin, wo er sehen kann, was der Hund ihm mittheilen will. Hat der Herr das gesehen, oder hat er den Hund verstanden, so merkt dies das kluge Thier und beruhigt sich. Der Hund weiß also genau, daß der Herr jetzt von Etwas, das er ihm mittheilen will, Kenntniß hat!

Wie scheu geht aber der Hund zur Seite, wenn er sich bewußt ist, etwas unrechtes gethan zu haben? Er versteckt sich vor dem Herrn, blickt verstohlen nach ihm hin, wartet lange Zeit, daß der Herr ihn rufe; aber er kann es nicht lange ertragen, daß der Herr ihm böse ist, er schleicht in der demüthigsten, kriechendsten Stellung herbei, wirft sich auf den Rücken, legt sich dem Herrn zu Füßen, blickt zu ihm auf, legt sich wieder still nieder, wenn er keinem freundlichen Blicke begegnet; endlich zerrt er den Herrn leise, steht auf und drückt sich enge an ihn, legt den Kopf auf seine Kniee, leckt ihm die Hände. Hilft all' dies nichts und nimmt der Herr immer noch keine Notiz von ihm, so stellt sich der Hund ein paar Schritte entfernt von ihm hin und fängt an zu heulen und zu bellen. Dreht sich der Herr zornig nach ihm um, so kriecht er wieder stille fort, um nach einer Weile wieder die Versuche zur Aussöhnung seines Herrn zu wiederholen, und gelingt ihm dies, lächelt der Herr ihn auch nur an, so gleicht nichts der Freude und Lust dieses Thieres, die es durch Springen und Schmeicheln gegen den Herrn in der auffallendsten Weise kund giebt, so daß kein Mensch zweifeln kann, daß das Thier sich glücklich fühlt und seinen Jubel auch kundgeben will.

Ist aber all' dies möglich, ohne daß wirkliche Vorstellungen und ein hoher Grad des Bewußtseins in dem Hunde vorhanden sind? — Ohne Zweifel hat man Grund,

in dem Verhalten des Hundes gegen seinen Herrn einen bedeutenden Grad von Verstand zu finden, von einem Verstande, der der menschlichen Auffassungsweise des Verhältnisses sehr nahe kommt.

Freilich kann man hier immer noch vom Instinkt sprechen, der dem Hunde das Bedürfniß giebt, sich anzuschließen, und der durch Erziehung so geleitet wird, daß all' die Triebe des Geselligkeits-Instinkts sich jetzt an den Anschluß an den Herrn beschränken und sich darum so stark äußern; aber trotzdem ist der Instinkt allein nicht ausreichend, das Benehmen des Hundes gegen seinen Herrn zu erklären, denn wir werden sehen, daß der Hund auch von Dingen ein dunkles Bewußtsein erhält, wo offenbar der Naturinstinkt ganz schweigt. Der Hund hat nicht nur ein Bewußtsein von seinem Verhältniß zum Herrn, an den er gewöhnt worden ist, sondern es genügt, daß er einmal nur den Freund des Herrn sieht, um auch diesem anhänglich zu sein. Ja, er unterscheidet unter den Freunden des Herrn zwischen dem intimern und dem gewöhnlichen und erweist jenem größere Zuneigung als diesem.

Außerordentlich tief ist das Gefühl für das Eigenthum beim Hunde ausgebildet; er kennt vortrefflich die Dinge, die seinem Herrn gehören, und vertheidigt dessen Besitzthum unaufgefordert mit großer Hartnäckigkeit. Ja, selbst gegen andere Hunde weiß er das Eigenthumsrecht zu behaupten und fühlt sich selbst gegen stärkere in einem Uebergewicht, wenn er weiß, daß das Recht des Besitzes auf seiner Seite ist. Man sehe als Beispiel, wie oft ein kleiner Hund von der Schwelle des Hauses herab einen andern größern anbellt, wie er ihm nachläuft und kühn mit ihm einen ungleichen Kampf eingeht, so weit das Gebiet seines Herrn reicht, wie er sich aber zurückzieht, wenn

er diese Grenzen erreicht hat, als ob er wüßte, daß er auf dieser Strecke im Rechte, weiterhin aber im Unrechte sei! Man sehe aber nur, wie dies auch der fremde Hund respektirt und sich von dem schwächern viel gefallen läßt, so lange er eben auf dessen Gebiet sich befindet, und wie er ihn unbarmherzig packt, wenn er ihn auf fremdem Gebiet fassen kann!

Wer darf hier verkennen, daß dem ein Verständniß der Lebensverhältnisse zu Grunde liegt!

Der Hund hat aber auch ein Bewußtsein von Dingen, die überaus weit über das Bereich der gewöhnlichen Wahrnehmungen hinausgehen. Er weiß ganz vortrefflich die Tageszeit, ja man hat bemerkt, daß er sehr wohl den Festtag von gewöhnlichen Tagen zu unterscheiden versteht. Wenn der Hund weiß, daß er gewöhnlich seinen Herrn am Vormittag nicht begleiten darf, verhält er sich ruhig, wenn dieser fortgeht; ist es ihm aber öfter gestattet worden, ihn am Nachmittag zu begleiten, so gleicht nichts der Freude des Hundes, wenn der Herr sich ankleidet. Er weiß, es ist jetzt nicht Vormittag, er kann nun ins Freie. Er stürmt im Zimmer umher, sieht nach, wo der Hut des Herrn steht, und schmeichelt und springt, daß der Herr ihn mitnehme. — Auffallender noch ist es, daß der Hund die Stunde des Tages, ja sogar an der Einrichtung des Hauses den Festtag erkennt und sein ganzes Benehmen darnach einrichtet.

Beachtenswerth ist es, das Benehmen selbst des gewöhnlichsten Hundes zu sehen, der seinen Herrn begleitet. Er eilt dem Herrn voran, wenn er weiß, wohin er gehen will, und bleibt dort am Hause stehen, um auf ihn zu warten. Weiß er nicht, wohin es geht, so hält er an der nächsten Ecke an, wartet, wo sich die Landstraße scheidet, sieht sich nach dem Herrn um, scheint zu fragen,

wohin es gehen soll, und die leiseste Andeutung nach rechts oder links genügt, um dem Hunde seinen Weg vorzuzeichnen.

Höchst interessant aber ist es, wie der Hund seinen Herrn sucht und ruft, wenn er ihn verloren hat, wie er um ihn trauert, wenn er gestorben, oder gar wie er mit unvertilgbarem Haß den Mörder seines Herrn verfolgt.

Der Hund, der seinen Herrn sucht, eilt zuerst dorthin, wo der Herr am häufigsten ist, dann erinnert er sich der seltenern Besuche, um ihn dort zu suchen, bald kommt er dann auf den seltensten, ja zuletzt geht er auch dorthin, wo er seinen Herrn auch nur ein einzig Mal begleitet hat, und sein Gedächtniß ist in solchen Fällen oft treuer als das des Menschen. Wo er aber hinkommt, merkt man ihm an, daß er den Herrn sucht, so eigenthümlich ist das Wesen dieses Thieres und so sprechend sein ganzes Benehmen. Findet er ihn trotz all' dem nicht, so stellt er sich allenthalben hin, wo er ihn nur vermuthen kann, um ihn durch sein Bellen herbeizurufen, und nach jedesmaligem Bellen spitzt er die Ohren und horcht, ob er das Pfeifen oder den Ruf des Herrn vernimmt. — Und wunderbar, man hat noch nie gefunden, daß der Hund seinen Herrn gesucht hat, wenn dieser in seiner Gegenwart abgereist war oder gar wenn der Herr gestorben ist, obgleich man am ganzen Betragen des Hundes aufs entschiedenste merkte, daß er den Herrn sehr vermisse. Ja wenn es zu lange währt, sucht der Hund einen andern Herrn, schließt sich diesem mit großer Treue an, gehorcht ihm wie dem ersten Herrn und scheint jenen nicht mehr zu missen. Erblickt er ihn aber und wäre es auch nach vielen Jahren wieder, so erkennt er den ersten Herrn wieder und schließt sich oft gegen dessen Willen seinem alten Besitzer an.

Wir wollen noch eine Bemerkung mittheilen, die man bei einigen außerordentlichen Hunden machte. Man hielt diesen Hunden, die sonst vorzügliche Klugheit verriethen, die sehr treu gemalten Bilder ihrer Herren vor; die Hunde sahen sie an, erkannten sie aber nicht. Man nimmt an, daß auf das Auge des Hundes die gemalten Lichter und Schatten, vielleicht auch die künstlichen Farben nicht so einwirken, wie die natürlichen.

XXIX. Fortsetzung.

Die Hartnäckigkeit, mit welcher der Hund den Freund oder gar den Mörder seines Herrn verfolgt, ist bekannt. Durch diesen oft untilgbaren Haß ist schon mancher Mörder entdeckt worden. Der Hund des Aubry, der sogar durch Theaterdichter verherrlicht worden ist und dessen That auf den Bühnen dargestellt wird, ist nicht eine müssige Erfindung, sondern dieser Hund hat wirklich existirt und hat durch seinen unbezähmbaren Haß gegen den Mörder seines Herrn dessen Mordthat verrathen. Eine ähnliche Geschichte ist in Deutschland und in England vorgekommen, wo der Verdacht des Volkes gegen einen Mörder durch nichts weiter rege geworden war, als durch den Haß, den der Hund eines Vermißten gegen einen Menschen bezeigte. Das dunkle Gerücht, die scheue Lebensweise, die unaufhörliche Verfolgung des Hundes, die gerichtliche Untersuchung und endlich die Gewissensangst des Mörders haben dessen Geständniß herbeigeführt und bestätigt, daß der Haß des Hundes seinen guten Grund hatte.

Bedenkt man hierbei, daß der Hund kein rachsüchtiges Thier ist, daß er Beleidigungen leicht verzeiht und die

Unbill, die man ihm selbst zugefügt, schnell vergißt, so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, daß im Bewußtsein des Hundes die Mordthat gegen seinen Herrn als eine schreckliche nie zu verzeihende That erscheint. Der Hund also urtheilt und unterscheidet wohl zwischen einer Handlung und der andern.

Eine andere Geschichte, die der Naturforscher Milne-Edwards von einem Hunde erzählt, ist höchst merkwürdig und giebt den Beweis, daß dieses Thier mit Schlauheit und großer Ueberlegung zu handeln versteht. — Ein Haushund, der alle Nächte an die Kette gelegt wurde, weil er sehr blutdürstig war und auf dem nahen Felde Schafe erwürgte, verstand es, mit großer Behutsamkeit nächtlich sein Halsband über den Kopf abzustreifen. Hierauf lief er aufs Feld und erwürgte dort ein Schaf, dann aber eilte er regelmäßig nach einem nahen Bache, wo er sich den blutigen Rachen abwusch, und kehrte darauf vor Tagesanbruch in den Hof zurück, wo er unter großer Mühe wieder den Kopf durch das Halsband zwängte und sich auf sein Lager schlafen legte, damit man sein Verbrechen nicht merke. — Eine ähnliche Geschichte, wenn auch nicht so auffallend, wird uns von glaubwürdiger Seite hier aus Berlin mitgetheilt. — Ein Hofhund, der eine besondere Neigung hat, im nahen Garten sein Wesen zu treiben, dem es aber verboten ist dahin zu gehen, begiebt sich oft am frühen Morgen auf einem Umwege durch den Keller dahin. Hört er dann seinen Namen rufen, so kommt er nicht sofort durch die Gartenthür herbei, sondern er schleicht auf dem Umwege zurück auf den Hof, begiebt sich still in seine Hütte und kommt dann langsam hervor, als ob er eben erst vom Lager aufgestanden wäre. — In beiden Fällen hat der Hund also die Absicht zu täuschen, und richtet seine Handlungen so zweckmäßig

darnach ein, daß man an dessen Verstandes-Operationen gar nicht zweifeln kann.

Wir übergehen noch einzelne oft komische Anekdoten, die von der Verstandeskraft der Hunde Zeugniß ablegen, und wollen nur noch der Hunde auf dem Kloster St. Bernhardt erwähnen, deren Handlungen so wohlthätig für die Reisenden sind. In diesem Kloster auf dem hohen Bernhardtsberge in der Schweiz haben die Mönche Hunde abgerichtet, welche in Schnee und Nebel ausgesandt werden, um verirrte Reisende aufzusuchen. Sie tragen ein Körbchen mit Brod und ein wenig Branntwein am Halse und bieten es dem Unglücklichen zur Erquickung dar. Finden die Hunde einen im Schnee Begrabenen oder vor Kälte Erstarrten, so kehren sie auf's schnellste zum Kloster zurück, geben den Mönchen hiervon Kunde und führen sie nach der Stelle hin, wo der Verunglückte liegt. Der berühmteste dieser Hunde führte den Namen „Barry." Er hat in den zwölf Jahren seiner unermüdlichen eifrigen Thätigkeit mehr als vierzig Menschen vom Tode gerettet.

XXX. Verstandes-Entwickelung bei den Affen.

Außer den Hunden sind es noch die Affen, bei denen man eine bedeutende Verstandes-Entwicklung bemerkt; nur zeigt sich hier, daß die Fähigkeit und Klugheit der Affen sich mit dem reifern Alter verliert, was bei den Hunden durchaus nicht der Fall ist. Da man behauptet, daß die Hunde, die man zeugungsunfähig gemacht hat, am leichtesten einer höhern Ausbildung fähig werden, und es eine Thatsache ist, daß bei den Affen der Geschlechtstrieb in höchst sinnlicher Weise entwickelt ist, so ist es wohl

möglich, daß die Schwächung der geistigen Kräfte bei den Affen in reifem Lebensalter von dem krankhaft regen Geschlechtstriebe derselben herrührt, und daß man durch künstliche Vernichtung dieses Triebes die Fähigkeit der Affen erhalten oder gar erhöhen könnte.

Schon der äußere Anblick der Affen stellt sie als die dem Menschen ähnlichsten Thiere dar. Die Form ihres Schädels steht der des menschlichen Schädels am nächsten. Wenn man mit Recht annimmt, daß die geistige Unfähigkeit sich steigert, je mehr an einem Gesicht die Stirne zurückliegt und der Mund vorstehend ist, so folgt schon aus dem Anblick des Gesichtes der Affen höherer Gattung, daß sie in dieser Beziehung nicht viel tiefer stehen unter gewissen Negerracen, als diese unter den höchsten Menschenracen. Die Hände der Affen, ihr zuweilen aufrechter Gang und ihr Nachahmungstrieb, der sie veranlaßt, menschliche Handtierung vorzunehmen, sobald sie in menschlicher Gesellschaft leben, hat oft schon den Gedanken rege gemacht, daß der Affe eigentlich der Uebergang aus dem Thierreich in das Menschenreich ist. Ja es giebt nicht wenig Naturforscher, die der Ansicht sind, daß der Mensch nur eine glückliche Abart des Affen sei und erst in neuerer Zeit hat der geistvolle Professor Burmeister in Halle in seinen geologischen Briefen aus eignen Beobachtungen dargethan, welch' außerordentliche charakteristische Aehnlichkeiten im Leibesbau gewisser Negerstämme mit dem der Affen sich vorfindet.

Wir müssen Behauptungen dieser Art dahingestellt sein lassen. Es steht so viel fest, daß Thiere einer Gattung stets nur ihnen gleiche Thiere zeugen und gebären, und wenn auch in neuester Zeit Gattungen entdeckt worden sind, wo ein Thier niederer Gattung ein Kind gebiert, das einer höheren Gattung angehört, so hat es sich

auch gefunden, daß dies nur ein Wechselgeschlecht ist, indem das neue höhere Thier wieder Junge gebiert, die der niedern Gattung der Großeltern angehören. — Für unser Thema mag es genügen, auf den einen Umstand aufmerksam zu machen, daß das Affengeschlecht in einer Beziehung noch dem Menschen ähnlich ist, und zwar darin, daß die Natur dasselbe mehr mit Ausbildungsfähigkeit als mit fertigen Instinkten begabt hat. Während die Biene ihre Kunst ohne weiteres nach der Geburt schon versteht, aber auch nichts mehr lernt, also eine geistige Kraft, wenn sie solche besitzt, gar nicht anzustrengen braucht, besitzt der Affe gar keine Fertigkeit nach der Geburt, nicht einmal die der andern Säugethiere, sondern ist einzig und allein auf die außerordentlich große Elternliebe angewiesen; dafür aber hat er den Trieb, sich auszubilden, also etwas zu lernen, das heißt, mit Anschauung des eigenen Geistes gewisse Handlungen zu unternehmen.

Man hat den Nachahmungstrieb der Affen auch nur wie einen niedern Instinkt betrachtet; aber gewiß mit Unrecht. Es ist nicht ein bloßer Nachahmungstrieb, der im Affen zum Vorschein kommt, denn er ahmt nicht das Benehmen des Pferdes oder Hundes nach, wenn er es vor sich sieht, sondern er ahmt dem Menschen nach, und nur dem Menschen; das deutet offenbar an, daß dem Affen eine Erkenntniß vorschwebt, daß der Mensch nachahmungswürdig für ihn ist! Und diese Erkenntniß steht schon höher als der Instinkt, denn es ist eben eine Art geistigen Erkennens. — Bedenkt man aber, wie tief der Nachahmungstrieb im Menschen wurzelt, wie dieser Nachahmungstrieb immer im Ganzen und Großen so gerichtet ist, daß nicht der Begabte dem Unbegabten, sondern umgekehrt der Unbegabte dem Begabten nachahmt,

so wird man den Nachahmungstrieb, den man beim Affen so niedrig stellt, als einen Trieb erkennen, der in der Menschengeschichte eine hohe Rolle spielt und zu deren Vervollkommnung unendlich viel beigetragen hat.

Wenn man die Fähigkeit des Affen mit der des Hundes vergleicht, so ist man oft geneigt, den Hund über den Affen zu stellen; allein das ist ein Irrthum. Der Hund hat Tugenden, die ihn dem Menschen dienstbarer und brauchbarer machen. Das ganze Dasein des Hundes geht im Dienste des Herrn auf. Das aber gerade ist kein Beweis der Selbstständigkeit. Der Affe ist unbrauchbarer; aber dies ist eben ein Beweis, daß er nicht ganz so unselbstständig dem Menschen gegenüber wird. — Ist auch der Hund als Hausthier angenehmer und schätzenswerther als der Affe, so kann man ihn geistig doch deshalb nicht höher stellen als diesen. Ein treuer Hund ist oft ein schätzbarerer Besitz als ein untreuer Knecht; aber darum ist der Knecht keineswegs ein Wesen, das unter dem Hunde steht.

XXXI. Die Menschenähnlichkeit der Affen.

Das geistige Vermögen der Affen zeigt sich gerade bei denjenigen Gattungen am ausgebildetsten, die körperlich dem Menschen am ähnlichsten sind, was beim Orang-Utang und dem Joko der Fall ist. Es ist dies ein offenbares Zeichen, daß die körperliche Ausbildung zur Menschenähnlichkeit mit einer höhern geistigen Befähigung Hand in Hand geht.—Beachtenswerth ist hierbei noch, daß reifere Geistesfähigkeit sich gerade bei solchen Säugethieren zeigt, die sehr reich sind an Gattungen. Wie verschiedenartige Hunde es giebt, ist bekannt, wie ganz anders die eine

Art von der andern sich unterscheidet, wird schon jedem Menschen aufgefallen sein. Der Dachshund und das Windspiel, der Pudel und der Spitz, der Mops und der Schäferhund sehen gar nicht wie ein und dieselbe Thierart aus, gleichwohl sind sie es, ja sie erkennen sich selber als solche und begatten sich mit einander, und gerade aus den Mischlingen geht eine besonders fähige Gattung hervor. Es scheint mit den Affen ebenso zu sein. Es existirt eine außerordentlich große Anzahl von Affenarten, so daß selbst ausführliche Werke sich kaum in Beschreibungen zu erschöpfen vermögen, und es scheint, als ob die befähigtsten Gattungen gerade aus Mischungen entstanden sind.

Die Befähigung der Affen giebt sich durch viele Beispiele kund. Sie leben wild in großen Gesellschaften, ohne Instinktarbeiten auszuführen und ohne an einander gebunden zu sein. Man bemerkt vielmehr, daß sich Einzelne beliebig trennen und ihre Wohnung einzeln aufschlagen. Das Familienleben ist bei ihnen sehr ausgebildet. Der Affe hat nur eine Aeffin und die jungen Affen leben lange noch bei den Eltern, selbst wenn sie selbstständig sind. Das eheliche Verhältniß löst sich nicht, wie bei andern Thieren, auf, wenn die Brunst- oder Brüte- oder Erziehungszeit vorüber ist, sondern währt fort, ja man sagt sogar, daß es lebenslänglich fortdauere. — Das Auffallendste bei den Affen ist unstreitig die ganz unzweifelhafte Thatsache, daß die männlichen Affen sich angereizt fühlen von der Schönheit der menschlichen Frauen. Die Fälle sind vollkommen festgestellt, daß Negerinnen von Affen mit Gewalt fortgeführt und gefangen gehalten worden sind, aber in der Gefangenschaft sanft, sogar galant behandelt wurden, ja daß die Affen ihnen sogar eigne Hütten bauten. Die Affen erweisen sich gegen einander mitleidig, heben den Verunglückten auf, führen ihn, brin-

gen ihn in Sicherheit, ja auf sein Geschrei reicht man ihm Speise und Trank und behandelt ihn überhaupt wie einen Patienten. Auf ihren Reisen verstehen sie sich vortrefflich aus Verlegenheiten zu helfen. So erzählt man, daß sie, wenn sie über ein Wasser hinweg kommen wollen, einen Ort aussuchen, wo an beiden Ufern hohe Bäume stehen, daß sie sich sodann in einer langen Kette an den einen Baum anhängen und sich so lange und so heftig schaukeln, bis der unterste den Baum am andern Ufer erfassen kann. Ueber diese lebendige Brücke klettern nun alle andern Affen hinüber, bis endlich derjenige, der das erste Glied der Kette bildete, den Baumzweig los läßt und die lebendige Kette nun hinüberschwingt zum andern Ufer.

Im Ganzen ist indessen das Leben der Affen in der Wildniß ziemlich unbekannt, namentlich das Leben der höhern Affen-Gattungen, denn es ist gefährlich, sich ihren Besitzungen zu nahen, ohne mit ihnen Krieg zu führen und sie in ihrem gewöhnlichen Leben zu stören; und es existiren so außerorordentlich viel Fabeln über dasselbe, daß man die Berichte mit Mißtrauen aufnehmen muß.

In der Gefangenschaft ist der Affe leicht zu zähmen und zwar nur durch den Trieb nach Nachahmung. Er lernt sich vortrefflich auf das Wort verstehen und giebt auch durch Grimassen und Zeichen seinen Willen kund. Er ist sehr gelehrig, aber er ist mürrisch und unwillig und wird es mit den zunehmenden Jahren immer mehr. Dabei hat er Eigenschaften, die ihm einen bestimmten Charakter verleihen und die ihn dem Menschen wenig nutzbar machen. Er ist boshaft, rachsüchtig und vergißt nicht leicht eine Beleidigung; er ist falsch, spielt dem Menschen oft böse Possen und bezeigt seine Freude dar-

über, wenn man sich ärgert. Der Affe ist argwöhnisch und diebisch und dabei läßt er sich nicht zur Reinlichkeit anhalten, sondern bezeigt einen Trotz darin, bei aller Nachäfferei des Menschen, sich thierisch und unfläthig zu benehmen. Wenn der Affe will, kann er fast künstliche Dinge verrichten, und da er stark ist, so wäre er auch im Hause außerordentlich nützlich; aber er unterwirft sich dem Menschen nicht ganz, und es ist selbst dem gehorsamsten Affen nicht zu trauen, mag man ihn mit Nachsicht oder mit Strenge behandeln.

XXXII. Allgemeine Betrachtungen über den Thier-Instinkt.

Indem wir den Instinkt und seine Aeußerungen in der Thierwelt bis zum Einfluß der Menschen auf diese in einzelnen Zügen vorgeführt haben, wollen wir nunmehr zu einigen Betrachtungen desselben kommen.

Der Instinkt ist wunderbar und unbegreiflich, so lange man ihn vereinzelt beobachtet; man gewinnt aber eine klarere Einsicht in das Wesen desselben, wenn man ihn im Zusammenhange mit dem Gesammtleben der Natur betrachtet.

Sowohl in der todten Natur wie in der Pflanzenwelt, sowohl im lebendigen Thier wie im geistbegabten Menschen wirkt unverkennbar eine erhaltende und schaffende Thätigkeit nach wohlüberlegtem weisen Plane, ohne daß die Dinge, die thätig sind, den Plan kennen oder etwas davon wissen.

Man bewundert das Gewebe einer Spinne und staunt die kunstvolle Zweckmäßigkeit desselben an; aber wahr-

lich, wenn man auch nur auf die sogenannte todte Natur blickt, hat man Ursache, ihre Thätigkeit auch im höchsten Grade zweckmäßig zu nennen, und die Art und Weise, wie sie diesen Zweck erreicht, als höchst kunstvoll zu bezeichnen.

Wir wollen aus den vielen tausend Beispielen nur Eines hervorheben, von dem wir bereits einmal anderweitig gesprochen haben.

Wie viel zweckentsprechende Weisheit liegt nicht in der Bewegung der Luft, in der Strömung der Winde? und wie viel Kräfte sind nöthig, um diese hervorzurufen?! Die Sonne, die die Erde erwärmt, macht es, daß die Luft mit erwärmt wird und aufsteigt. Die Anziehungskraft der Erde bewirkt, daß der Luftdruck entsteht, der die kalte Luft nachströmen läßt. Die Kälte des Weltraumes ist es, die es macht, daß die obere Luft sich abkühlt und von oben hinunterfließt nach den Polen der Erde. Und durch diese fortwährende Bewegung der Luft wird das Wasser in Dampfform auf die höchsten Gebirge der Erde getragen, wo es als Schnee oder Regen niederfällt, um wieder zum Meere zurückzufließen. Hierbei geschieht eine Destillation des Wassers der Erde, durch welche das Wasser ewig frisch bleibt und nicht in Fäulniß übergeht. Zugleich führt die ewig bewegliche Luft den Athem von Thieren und Menschen hinweg und schafft frische Luft zur Athmung. Gleichzeitig mischt sich die Luft in ihrer Bewegung mit dem Sauerstoff, den die Pflanzen aushauchen, und macht es, daß Menschen und Thiere stets athembare Luft um sich haben. Die Luft, die Menschen und Thiere ausgeathmet haben, die Kohlensäure, sie fällt mit dem fallenden Regen hinab auf die Erde und wird daselbst zur Nahrung für die Pflanzen, die ohne dieselbe nicht wachsen könnten.

Wer sieht nun nicht ein, daß die ewige Bewegung der Luft, daß der Wind eine höchst weise und zweckentsprechende Vorrichtung ist, welche es macht, daß wir nicht in unserer eignen Atmosphäre ersticken, daß das Wasser nicht in Fäulniß übergeht, daß die Pflanzenwelt nicht abstirbt? — Und doch hat der Wind selber keinen Willen hierzu und weiß nichts davon, was er Weises ausrichtet, und er wird getrieben durch eine Eigenschaft der Erde, ihre Anziehungskraft, durch eine Eigenschaft der Sonne, die der Erwärmung, und die Eigenschaft des Weltraumes, in welchem sich die erwärmte Luft abkühlt!

Bedenkt man nun, daß wir jeden frischen Athemzug, den wir thun, der höchst künstlichen Vorrichtung verdanken, die es durch Sonne, Weltraum und Erde bewirkt, daß die Luft sich bewegt und deshalb stets athembar bleibt, so haben wir Ursache, über die Thätigkeit der sogenannten todten Natur nicht weniger zu staunen als über das Gewebe einer Spinne. In dieser sogenannten todten Natur ist unverkennbar ein Geist thätig, der ganz bestimmte Zwecke des Lebens erzielt und diese so wundervoll erreicht. Dieser Geist, mag man ihn Schöpfer oder Lebenskraft oder sonst wie nennen, dieser selbe Geist ist es, der in Pflanze, Thier und Mensch zweckentsprechend wirkt, der in der Natur als physikalische Kraft, in der Pflanze als Wachsthum, Ernährung und Fortpflanzung, im Thiere zugleich als Instinkt und im Menschen als bewußte geistige Thätigkeit wirksam ist.

Was uns am Instinkt so räthselhaft erscheint, ist nicht das besondere Wunder seines Wirkens, sondern das Räthsel, ob und wie das lebendige Thier dies freiwillig oder mit Bewußtsein thut? Man möchte wissen, ob und was wohl im Gehirn der Spinne vor sich geht, wenn sie ihre Kunst betreibt, und die Ursache auskundschaften, wo-

her dieses halb freiwillige, halb unfreiwillige, halb bewußte, halb bewußtlose und doch so zweckentsprechende Thun und Lassen des Thieres herrühren mag? Ueber dieses Räthsel wollen wir nunmehr eine möglichst kurze Betrachtung anstellen.

XXXIII. Das Nervensystem der Thiere.

Wenn wir uns fragen, wovon im Instinkt der Thiere dies halb bewußte, halb bewußtlose Thun der Thier herrührt, so müssen wir die Auflösung dieses Räthsels in dem Hauptwerkzeuge aller lebendigen Thätigkeit der Thiere suchen; und dieses Hauptwerkzeug sind die Nerven.

Jedes Glied des Leibes, das wir bewegen, jede Hand, jeder Finger, das Augenlid, die Lippen, mit Einem Worte jeder Theil unseres Körpers, den wir bewegen können, hat seinen eignen Nervenfaden, der bis zum Gehirn hineingeht, und nur wenn dieser Nervenfaden unverletzt ist, können wir das Glied, zu dem er geht, gebrauchen. Durchschneidet man einen solchen Nervenfaden, oder wird er durch Krankheit unwirksam, so hängt das Glied unbeweglich an unserm Körper, obgleich das Blut darin nach wie vor circulirt und obgleich es eben so gut jede Berührung empfindet, wie vorher.

Diese Nerven nennt man Bewegungsnerven.

Es giebt aber noch zwei andere Gattungen von Nerven, die alle mit dem Gehirn in Verbindung stehen.

Die eine Gattung von Nerven nennt man Empfindungsnerven. Auch dieses sind Fäden, die sich auf dem ganzen Körper verbreiten und ihren ersten Ursprung im Gehirn haben. Auf jeder Stelle unseres Körpers, wo solche Nervenfäden vorhanden sind, haben wir Gefühl und

Empfindung; wo jedoch solche Nervenfäden nicht verbreitet sind, wie z. B. an den Nägeln und Haaren, hat man keine Empfindung und kann davon Stücke abschneiden, ohne daß es uns schmerzt. Durchschneidet man einen Hauptzweig eines solchen Empfindungsnerves, der z. B. zum Arme führt, so verliert der Arm sofort die Empfindung, obgleich noch das Blut darin circulirt und obwohl man ihn beliebig bewegen kann. Von einem solchen Arme kann man ganze Stücke Fleisch ausschneiden, man kann die Knochen zerbrechen, man kann ihn stechen und brennen, ohne daß der Mensch irgend welchen Schmerz empfindet.

Die andere Gattung von Nerven sind die sympatischen Nerven, die wir der Deutlichkeit wegen die Lebens-Erhaltungsnerven nennen wollen. Durch diese Nerven geht alle Thätigkeit des Körpers vor sich, die zum Leben nothwendig ist, wie z. B. das Athmen, der Herzschlag, die Verdauung, die Ernährung und das Wachsthum. —

Wir gedenken später einmal etwas Ausführlicheres über die Nerven unsern Lesern vorzuführen, für jetzt müssen wir uns begnügen mit diesen wenigen Andeutungen, und wollen nur noch einen Hauptunterschied hervorheben, der zwischen der Thätigkeit der Lebens-Erhaltungsnerven und der der andern Nerven-Gattungen existirt. — Die Thätigkeit der Bewegungs- und Empfindungs-Nerven ist unserm Wollen und Wissen unterworfen. Wenn wir wollen, heben wir die Hand auf, wenn wir wollen, lassen wir sie ruhen. Wir wissen es auch, ob ein Empfindungsnerv in uns angeregt und thätig ist, wir haben die Empfindung von den Dingen, die uns Wohlbehagen oder Schmerz verursachen. Die Thätigkeit dieser Nerven ist also unserm Bewußtsein und unserm freien Willen unterworfen. Ganz anders aber ist es mit der Thätigkeit der

Lebens-Erhaltungsnerven. Diese sind thätig, ohne daß wir es wollen und ohne daß wir es wissen.

Das Herz ist thätig und immerfort ohne Aufhören thätig, zieht sich auf der einen Seite zusammen und dehnt sich auf der andern Seite aus und treibt das Blut durch den Körper auch ohne daß wir es wollen, ja sogar, wenn wir es auch nicht zugeben wollten. Wir sind nicht im Stande, es unserm Willen zu unterwerfen. Die Thätigkeit währt auch im Schlafe fort, wo wir nichts davon wissen. Ebenso ist es mit der Verdauung, mit der Ernährung und selbst mit dem Athmen, das wir zwar auf eine kurze Zeit unterdrücken können, weil beim Athmen auch Bewegungsnerven thätig sind, die in unserer Willkür stehen, aber doch müssen wir athmen selbst wider Willen und ohne Bewußtsein.

Wir sehen also, es giebt auch im menschlichen Körper eine Thätigkeit, die nicht vom Willen und Wissen des Menschen abhängt, und diese Thätigkeit ist gerade die nothwendigste zur Lebenserhaltung, und wer nur einmal mit ernstlichem Blick dieselbe angesehen hat, wer auch nur einmal die Rolle betrachtet hat, die das Herz bald als Druckpumpe, bald als Saugpumpe spielt, um das Blut abwechselnd durch die Lungen, bald durch den ganzen Körper zu jagen, der wird gestehen, daß diese Thätigkeit eine höchst weise, zweckmäßige, fein berechnete und höchst kunstvolle ist, kunstvoller als das Gewebe einer Spinne — und doch geht die Thätigkeit im Menschen vor sich ohne Willen und ohne Wissen desselben.

Freilich ist ein Unterschied zwischen der Kunst der Spinne und der Kunst des bewegten Menschenherzens. Die Spinne spinnt den Saft ihrer Gespinnstwarzen mit ihren Füßen, und die Füße sind ja Körpertheile, die mit Wissen und Willen bewegt werden müssen. Uns

setzt daher die Thätigkeit der Spinne darum in solches Erstaunen, weil sie dazu Körpertheile bewegt, die sonst nur mit Bewußtsein und Willen thätig zu sein pflegen.

Aber es verliert sich das Wunderbare und wird erklärlicher, wenn man bedenkt, daß nur in den höhern Thiergattungen das Nervensystem genauer gesondert ist, in ein willkürliches und bewußtes und in ein unwillkürliches und unbewußtes, während bei den niedrigeren Thieren eine solche Sonderung nicht stattfindet und auch die Thätigkeit derselben eine willkürliche und unwillkürliche zugleich sein kann.

XXXIV. Die Sonderung der verschiedenen Nervensysteme bei den höhern im Gegensatz zu den niedern Thieren.

Wir können zwar nicht den strengen Beweis führen für die Behauptung, die wir so eben aufgestellt haben; aber wenn wir auch nicht direkte Beweise dafür beibringen können, daß bei den niedern Thieren keine solche strenge Sonderung der Nerven für willkürliche und unwillkürliche Thätigkeit stattfindet wie bei dem Menschen, so gewinnt doch diese Brhauptung große Wahrscheinlichkeit, wenn man die Unterschiede zwischen den lebenden Wesen höherer Ordnung und niederer Ordnung betrachtet.

Das Hauptmerkmal, wonach man ein Thier höherer Gattung von dem einer niedern Gattung unterscheidet, besteht darin, daß die Thiere niederer Gattung am wenigsten gesonderte Organe des Körpers haben; je höherer Gattung sie aber sind, desto reicher an gesonderten Organen werden.

Die niedrigsten Thiere sind weiter nichts als ein Schlauch, der Mund, Mägen, Darm und After zugleich ist. Solche Thiere haben keine Füße, keinen Kopf, keine Sinneswerkzeuge, keine Glieder, und führen ein den Pflanzen ähnliches Leben. — Diesen gegenüber nennt man Thiere höherer Gattung solche, wo sich schon besondere Organe, z. B. Greiforgane vorfinden, mit welchem diese Thiere ihre Speise ergreifen können. — Thiere, die schon ein Herz und ein Adersystem haben, sind wiederum höherer Gattung. Zu einer noch höheren Gattung gehört es, wenn sich im Thiere schon ein Nervensystem vorfindet. Eine noch höhere Gattung ist es, wo sich bereits der Leib in besondere Glieder abringelt, wie bei den Würmern. Höher noch steht die Gattung, wo Kopf, Brust und Unterleib sich genauer unterscheidet, wo Nervenknoten vorhanden sind und ein reicheres Nervensystem bilden. Zur höchsten Gattung gehört das Wirbelthier, das ein Skelett, ein Gehirn hat, wo für jede Lebensthätigkeit besondere Werkzeuge vorhanden sind, die nur zu diesem Zwecke gebraucht werden, und wo jeder Theil des Körpers eine besondere Eigenschaft hat, die ihn geeignet macht zu einem bestimmten Dienst im Körper.

Man kann mit Recht sagen, das niedere Thier ist Alles in Allem nur e i n Organ; das höhere Thier ist eine Zusammensetzung aus vielen Organen. Das niedere Thier hat in einer und derselben Verrichtung seine ganze Lebensthätigkeit, bei dem höheren Thiere findet gewissermaßen eine Theilung der Arbeit statt. Die Füße haben eine andere Arbeit zu verrichten, als die Hände, die Augen eine andere Bestimmung als die Ohren, das Herz eine andere als das Hirn. Mit Einem Worte: je höher ein Thier auf der Stufe der Ausbildung steht, desto mehr sondert sich jede Verrichtung jedes einzelnen Organs und

hat ein bestimmtes ihm angewiesenes Feld seiner Thätigkeit, und desto mehr schwindet eine Vermischung der Organe und Vermischung ihrer Thätigkeit.

Ist dem aber so, so haben wir ein Recht, auch auf die Nerventhätigkeit einen ähnlichen Schluß zu ziehen.

Wo das Nervensystem vollendet ausgebildet ist, wie beim Menschen, da sind die Thätigkeiten der Nerven auch gesondert; auch für die Nerven tritt hier jene Theilung der Arbeit ein, daß gewisse Theile derselben die freiwillige Bewegung vermitteln, gewisse Theile derselben unfreiwillige Thätigkeit hervorrufen. Bei Thieren niederer Gattung aber ist die Nerventhätigkeit der verschiedenen Nervensysteme nicht so streng gesondert, und Organe, die sonst vom willkürlichen Nervensystem bewegt werden, wie z. B. die Füße der Spinne, mögen wohl zu bestimmten Zwecken, z. B. um ihr Gespinnst zu weben, ohne den Willen des Thieres in Bewegung gesetzt werden.

Wenn diese Ansicht begründet ist, so rührt der Instinkt daher, daß das sympathische Nervensystem bei den Thieren auch auf die Bewegung ihrer äußern Glieder von Einfluß ist und daher eine Thätigkeit hervorruft, die nicht bewunderungswürdiger ist als die Thätigkeit unseres Herzens, unserer Lungen oder unseres Magens, aber angestaunt wird, weil es so aussieht, als ob das Thier dies freiwillig und mit Bewußtsein thut. —

Indem wir nunmehr von diesem Thema scheiden, bitten wir unsere Leser um Entschuldigung, daß wir so lange bei demselben verweilt haben; aber es ist dies Thema eines der tiefsten und wundervollsten in der Natur, und sein Gebiet ist so umfassend, daß es hinaufreicht bis auf das höchste Gebiet des menschlichen Denkens. Wer über das Denken der Menschen nachsinnt, wer die wunderbare Thätigkeit unseres Geistes betrachtet, wie anders man

z. B. operirt, wenn man sich auf Etwas besinnen will, was man vergessen, als wenn man Etwas finden will, was man noch niemals gewußt hat; wie eigenthümlich man verfährt, wenn man sich einen unangenehmen Gedanken aus dem Sinne schlagen will, und wie merkwürdig man im Stande ist, sich gewisse Dinge einzuprägen, damit man sie ja nicht vergesse; — wer hierüber nachdenkt und bemerkt, daß man in solchen Fällen thätig ist in einer dunkeln, instinktmäßigen Weise, der wird es begreifen, wenn wir sagen, daß auch bei unserer Verstandesthätigkeit Instinkte vorwalten und wir oft gewisse Gedanken das Eigenthum unseres Geistes nennen, auf die wir nicht größern Anspruch haben, als die Spinne auf den Ruf einer wahren Künstlerin.

Wollte man den Instinkt in seinem ganzen Umfange betrachten, so müßte man nicht nur auf das Thier und sein Benehmen blicken, sondern auch in die Tiefe unsers geistigen Lebens sich versenken, auf unser Denken zurückgehen, das in seinen Grundkonsequenzen auf unerwiesene Sätze basirt ist, die man logische Axiome nennt und die jeder Mensch mit zur Welt bringt und ohne sein Wissen und Wollen zur Richtschnur seiner Auffassungs-, Vorstellungs- und Denker-Gaben macht. — Nur die Unkenntniß, in der wir über uns selbst und unser Thun und Lassen leben, nur diese läßt uns zurückschrecken vor der Untersuchung des ganzen Thema's in seinem vollen Umfange, das mit der bekannten Frage über die Nothwendigkeit der Weltleitung und der Freiheit des menschlichen Willens im innigsten Zusammenhange steht: eine Frage, über welche sich die besten Köpfe zersonnen haben, ohne auf ein entscheidendes Resultat gekommen zu sein.

Und so scheiden wir denn von dem diesmaligen Thema mit dem Wunsche, daß es eine ernstliche Anregung sein

möge in der Seele des Lesers, der Natur und ihrem geheimnißvollen Walten zu lauschen, aber hierbei nicht außer Acht zu lassen, daß das Lauscherwerkzeug, unser Geist selber, ein von uns noch nicht erfaßtes Wunder der Natur, das instinktmäßig wirksam ist, selbst wo wir bei der Betrachtung des Instinkts uns hoch über die Thierwelt zu erheben trachten.

Nutzung und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper.

I. Vom Bilden und Schwinden des Fettes.

Wenn wir uns am Anblick der vollen runden Wangen unserer Kinder erfreuen, wenn wir die schönen Formen im Körperbau des weiblichen Geschlechts bewundern, so ist es nicht eine Fülle der Muskeln, was hierin unseren Augen wohlgefällt, sondern es ist das zwischen diesen Fleisch-Partien und der Haut liegende Fett, welches jene Lücken ausfüllt, jene Ecken bepolstert und Kanten abrundet, die uns an magern Gesichtern erschrecken.

Wir entsetzen uns oft über das Aussehen von Bekannten, die eben erst eine schlimme Krankheit durchgemacht haben. Wir sehen die Augen tief in die Höhlen zurückgezogen, die Backenknochen todtenkopfartig hervorragen, die Stirn eckig und hervorstehend, die Nase, als ob sie länger geworden wäre, die Backen schlaff und eingefallen, Mund und Kinn hervorragend, die Haut faltig, die Haltung des ganzen abgemagerten Körpers zusammengefallen, wir sehen ihn entsetzt an und fragen uns: wie ist es möglich, daß eine Krankheit von nur kurzer Dauer solche Verheerung im Körper hervorrufen und so einen festen Gliederbau angreifen kann? — Aber es ist in Wahr-

heit nicht am festen Gliederbau eine so gewaltige Veränderung vorgekommen, sondern die Krankheit hat hauptsächlich nur das Fett angegriffen und das Schwinden desselben hat jene Umgestaltung hervorgebracht.

Selbst erfahrene Aerzte sind oft entsetzt von den plötzlichen Verheerungen, die Krankheiten am Fett des Menschen anrichten. Die Cholera wandelt oft in drei Stunden einen fetten Menschen in ein Skelett um. Auch in anderen Krankheiten verlieren Schmeerbäuche oft in wenigen Tagen die ganze Fülle ihrer Gestalt. Ein Wochenbett-Fieber zerstört oft die Schönheit eines Frauenantlitzes in unglaublich kurzer Zeit. Ein bösartiger Durchfall giebt oft Kindern ein greisenhaftes Ansehen, indem er ihnen die Rundung und Weichheit der Züge benimmt und ihr Gesicht mit den Furchen und Falten des Alters bedeckt.

Bei all' den und noch vielen anderen Fällen ist es das Fett, das zuerst den Angriff der Krankheit auszuhalten hat und das oft mit einer Schnelligkeit verzehrt wird, von der man sich wissenschaftlich noch keine genaue Rechenschaft geben kann.

In gleichfalls auffallender Weise vermehrt sich oft das Fett im Körper und sammelt sich in schnellerer Zeit an, als irgend ein bestimmter zum Körper gehöriger Bestandtheil.

Erst kurze Zeit vor der Geburt sammelt sich bei Kindern das Fett in ziemlich beträchtlicher Masse an. Während es sich in der Regel im Knabenalter erhält und im ersten Mannesalter verhältnißmäßig vermindert, nimmt es in reiferen Jahren zu und mehrt sich oft in ungeheurer Masse, um im hohen Alter wieder abzunehmen. Beim weiblichen Geschlecht erhält sich das Fett in reicherer Fülle bis in die reiferen Jahre, und wenn Schwangerschaften,

Wochenbett, Kinderpflege und Muttersorgen auch die Verminderung desselben veranlassen und dem Antlitz der Frauen den Reiz der weichen runden Formen rauben, so tritt oft nach diesen schwersten Jahren des Frauenlebens der sogenannte Alte-Weiber-Sommer ein, wo es das sich weiter aufsammelnde Fett ist, welches wie ein zweiter Frühling den Herbst des Daseins schmückt. —

Wie zuweilen nach Krankheiten das Fett sich vermehrt, ist eine bekannte Thatsache. Nach Nervenfiebern häuft sich das Fett oft in so starkem Maße an, daß es nicht selten den Anschein hat, als ob die Krankheit nur ein gefährlicher Durchgangspunkt zur strotzendsten Gesundheit gewesen wäre. Zuweilen ist auch die Vermehrung des Fettes eine wirkliche krankhafte Erscheinung und nicht selten verbinden sich mit demselben mannigfache Beschwerden des Athmens und des Blutumlaufes in beträchtlich hohem Grade. Am auffallendsten ist die Fett-Vermehrung bei vollendeten Säufern, welche in einem gewissen Stadium, wo sie nicht mehr weit vom Säuferwahnsinn sind, an Körperfülle zunehmen und ein schwammig aufgedunsenes Ansehen erhalten, obgleich sie an Speisen so außerordentlich wenig genießen, daß man kaum glauben sollte, daß sie auch nur kurze Zeit ihr Leben damit fristen könnten.

Bedenkt man bei alle dem, daß das Fett im Allgemeinen weder ein Zeichen der Gesundheit, noch der Krankheit ist, daß magere Menschen sich oft eines nicht minderen Wohlseins und einer längeren Lebensdauer erfreuen, als fette, daß das Fett oft kommt und geht, ohne sichtbar einen Eindruck auf das körperliche Wohlbefinden zu machen, und erwägt man hierzu, daß es kein Organ des Körpers giebt, welches aus Fett besteht, so könnte es scheinen, als ob es nur eine Art luxuriöser Polster im

Leibe des Menschen ausmachte, und also ohne Bedeutung und Nutzen in demselben existirte.

Allein das ist ein Irrthum.

Die Natur schafft nichts zwecklos und nutzlos; dies gestehen selbst solche Naturforscher, welche der Natur alle Absichten im gewöhnlichen Sinn absprechen; und darum wollen wir von dem Nutzen und der Bedeutung des Fettes sprechen, so weit die jetzige Wissenschaft hierüber Aufschluß zu geben vermocht hat.

II. Von dem mechanischen Nutzen des Fettes.

Daß das Fett nicht ohne wichtige Bestimmung im menschlichen Körper ist, geht schon aus der Thatsache hervor, daß es niemals, selbst beim Hungertode nicht, vollkommen schwindet. Das Herz und die Augenhöhlen sind stets mit Fett versehen, wenn dies in allen anderen Theilen des Leibes aufgezehrt ist.

Gerade aber die Thatsache, daß es aus diesen anderen Körpertheilen aufgezehrt werden kann, ohne den Körper zu vernichten, ist ein Fingerzeig, daß das Fett in Fällen des Hungers und der Krankheit wichtige Dienste leistet. Der Schluß ist gerechtfertigt, daß, wenn das Fett nicht vorhanden wäre, andere weniger zu missende Gebilde des Körpers angegriffen und dadurch der Untergang des ganzen Körpers herbeigeführt worden wäre.

Erwägen wir nun hierzu, daß alle Thiere, welche den Winterschlaf durchmachen, um erst mit dem Frühjahre wieder zu erwachen, wie das Murmelthier, der Siebenschläfer, der Bär u. s. w., sich außerordentlich reich an Fett in ihre Winterhöhle zurückziehen und arm an demselben aus ihr hervorkriechen, daß die Natur ihnen also

den Fettvorrath aufgespeichert hat, um während einer sehr langen Zeit ihr Leben ohne Nahrung zu erhalten, so liegt der Gedanke nahe, daß auch beim Menschen ähnliche Verhältnisse vorwalten können.

Wir werden nun in der Folge sehen, inwieweit diese Voraussetzung begründet ist; für jetzt jedoch wollen wir den einfachen Weg einschlagen, um den Nutzen des Fettes im menschlichen Körper nachzuweisen, und zwar wollen wir stufenweise die großen Vortheile aufzählen, welche es dem Körper gewährt, Vortheile, ohne welche ein großer Theil unserer Lebensthätigkeit kaum möglich wäre.

Wer es beobachtet, wie unzählige Male in einem Tage ein Kind fällt, irgend wo anstößt, gegen einen Gegenstand anrennt, ohne sich dauernd Schaden zuzufügen, wie dagegen Erwachsene einen verhältnißmäßig leichteren Fall oder Stoß oft wochenlang in den Gliedern und an den getroffenen Gliedern namentlich spüren, der wird schon aus diesen rein mechanischen Gründen dem Fett eine bedeutsame Rolle zuschreiben müssen. In der That ist das Fett unter der Haut und in den Gelenken ganz und gar dazu geeignet, den Stoß zu mildern, oder richtiger zu vertheilen.

Das Fett besteht namentlich in den erwähnten Theilen des Körpers in meist flüssigem Zustande. Es ist dasselbe in sehr kleinen Zellen eingeschlossen, welche wie gefüllte Bläschen sich an einander lagern. Eine jede Fettschicht besteht aus unzähligen, nur durch Vergrößerungsgläser sichtbaren Zellen dieser Art. Man kann daher eine Fettschicht mit einem Raum vergleichen, in welchem kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Blasen über einander liegen, wo die eine die andere drückt. Von einem solchen Zustand lehrt die Physik, daß es sich anders verhält, wenn man einen Druck auf ihn ausübt, als irgend ein fester Körper.

Ein fester Körper, der einen Druck oder Stoß auszuhalten hat, wird nur an dieser gedrückten oder gestoßenen Stelle verletzt; bei einem System von gefüllten Blasen jedoch vertheilt sich der Druck derart, daß er gleichzeitig durch den ganzen Raum sich verbreitet. Denken wir uns z. B. ein großes Faß, gefüllt mit einzelnen kleinen Blasen, in welchen sich Wasser befindet, und nehmen wir an, daß man einen schweren Stein auf einen Theil der Blasen legt, so werden nicht gerade die unter dem Stein liegenden und von ihm gedrückten Blasen platzen, sondern alle mit dem Stein gar nicht in Berührung stehenden schwächeren Blasen werden zuerst platzen, weil sich eben der Druck durch alle Blasen hindurch vertheilt.

In ganz ähnlichem Falle befinden sich alle Theile des Körpers, welche mit Fett umgeben sind. Ein Druck, ein Stoß gegen eine dieser Stellen wird von den Fettzellen über die ganze Fläche verbreitet, und obgleich dies in Summa den Eindruck vermehrt, vermindert und mildert dies doch denselben durch die außerordentlich weite Vertheilung.

Zwar rührt beim gewöhnlichen Fallen und Stoßen der Kinder die Gefahrlosigkeit nicht blos von dem reicheren Fettvorrath der Kinder her. Es spielt hierbei das geringere Gewicht der Kinder, wie der Umstand, daß sie klein sind, also nicht von beträchtlicher Höhe herabstürzen, wenn sie auf ebener Erde umfallen, eine wesentliche Rolle; allein das Fett trägt besonders mit dazu bei, den Fall unschädlicher zu machen und bedeutende örtliche Schmerzen durch Vertheilung zu mildern.

Was bei den kleinen Unfällen der Kinder aber unwesentlich erscheint, ist sehr wesentlich bei Erwachsenen, namentlich beim Fallen und Springen. Beim Fallen wird Jeder, den dies Ungemach schon getroffen hat, einen gro-

ßen Unterschied gemerkt haben, wenn er zu seiner Belustigung nur auf einen weichen Körpertheil oder zu seinem Schaden auf einen harten niedergestürzt ist. Beim Sprunge aber sind es hauptsächlich die bis in die Gelenke sich hinein erstreckenden und ehemals für Drüsen angesehenen Fettklümpchen, welche den Stoß vertheilen und die Erschütterung erträglich machen.

Nicht umsonst hat uns die Natur auf den Fußsohlen mit Fettlagen versehen und auch für das Sitzen uns mit einem natürlichen Fettpolster versorgt. Wir würden ohne Fett weder dauernd stehen noch gehen, noch weniger laufen oder springen, ja nicht einmal ohne künstliche Luftkissen anhaltend sitzen können.

Dieser rein mechanische Nutzen des Fettes ist aber noch gering gegen den wesentlichen, den es uns in vielen anderen Beziehungen leistet und den wir noch näher kennen lernen wollen.

III. Das Fett als Schutzmittel gegen innere Störungen.

Ist das Fett schon von wichtiger Bedeutung, um schädliche Eindrücke von außen her, wie Druck und Stoß, zu mildern und auf größere Flächen zu vertheilen, so ist dessen Zweck und Nutzen noch bei weitem ausgesprochener dort, wo wir das Fett nicht unter der Haut, sondern als Umkleidung und Ausfüllung im Innern des Körpers vorfinden.

Das Herz und die Hauptadern, die von ihm ausgehen, sind in Fett eingebettet, von Fett umgeben und durchzogen. Wenn alles Fett des Körpers in Folge von Krankheit oder Hunger geschwunden ist, fehlt dennoch dieses

Fett nicht. Beweis genug, daß es hier eine wichtige Rolle zu spielen und am Sitz einer hauptsächlichen Lebensthätigkeit eine Hauptaufgabe zu vollziehen hat.

In der That weiß man, daß Bewegungen zweier Dinge auf einander, daß Reibung einen hohen Hitzegrad hervorbringt, sobald nicht eine fettige Flüssigkeit sich zwischen ihnen befindet, welche die unmittelbare Berührung verhindert.

Die Axen eines Wagens werden dort, wo die Räder eine Reibung veranlassen, mit Fett eingeschmiert. Das Oelen aller Maschinentheile, die in Bewegung und dabei mit anderen Theilen in Berührung sind, hat den Zweck, die Reibung zu mildern. Ein jedes Drehwerk, das nicht geölt ist, bewegt sich nicht nur mit größter Schwierigkeit, sondern auch unter Entstehung einer gefährlichen Hitze. Ein jedes Schloß muß geölt werden, wenn es leicht schließen soll; vom feinsten Uhrwerk bis zum gröbsten Lastwagen ist Fettigkeit an jedem Theil nöthig, der sich in oder um oder an dem andern bewegen soll; und ähnlich, wie bei all' diesen Fällen, ist es bei den Organen des Körpers der Fall, deren Lebensthätigkeit in einer Bewegung besteht.

Fühlt man schon Erwärmung der Hände, wenn man sie an einander reibt, wie viel mehr müßte die ewige Bewegung des Herzens unmöglich sein, wenn dieser so vielfach in sich selbst verschlungene Muskel, der sich nach den entgegengesetzten Richtungen unausgesetzt dehnen und zusammenziehen und dadurch sein Muskel-Bündel an einander reiben muß, nicht mit Fett umgeben wäre und durch und durch in allen Lücken der Muskel-Bündel mit flüssigem Fett getränkt würde!

Das Herz, das vom ersten Schlage an, den es schon im Mutterschooß beginnt, die Aufgabe hat, durch die ganze

Lebenszeit, also zuweilen durch hundert volle Jahre, unausgesetzt bei Tag und Nacht, ohne Rast und Ruhe die verschiedenartigsten und dennoch regelmäßigen Bewegungen in sich selber zu vollziehen und wie ein Saug- und Druckwerk das Blut durch den Körper im Kreislauf zu reiben, das Herz, dieses bewegungsvollste Organ, scheint sammt seinen Hauptadern vor Allem mit Fett versorgt, offenbar deshalb, weil es zu seiner Bewegung des Fettes am nöthigsten bedarf.

Bedenkt man hierzu, daß die Erfahrung lehrt, wie bei Bewegung Fett abgenutzt und bei Ruhe des Körpers das Fett vermehrt wird, wie Menschen, welche der Ruhe pflegen, an Fett eben so zunehmen, gleich Thieren, welche man in der Mast hält und sie an freier Bewegung behindert, während Menschen und Thiere, die sich viel bewegen müssen, selten Fett ansetzen, so leuchtet es ein, daß Bewegung gerade ein Aufzehren des Fettes herbeiführt, einen starken Verbrauch des Fettes hervorbringt.

Das Herz also, das fortwährend in Bewegung sein muß, bedarf daher ganz besonders des Fettes, und es ist einleuchtend, daß die Natur einen wichtigen Lebenszweck erfüllt, wenn sie das Fett um das Herz aufspeichert, damit keine Störung eintrete, im Fall eine Neubildung des Fettes durch Krankheit oder Hunger zeitweise gehemmt sein würde. —

Auch die Augenhöhlen und die Muskeln des Auges sind von Fett reichlich umgeben. Nicht nur ein Stoß, ein Druck von außen würde das Auge ohne diese Fettumhüllung leichter verletzen, sondern die außerordentlich schnelle, leichte und freie Bewegung des lebhaften Auges wäre ohne das Fett nicht möglich, die Muskeln würden ohne die Oelung durch Fett den Dienst oft versagen, der

Seh-Nerv würde gedrückt und alles Sehen fast aufgehoben werden.

In der Bauchhöhle sind alle Lücken, welche der vielgewundene Darm läßt, mit Fett ausgefüttert, namentlich die Gegend des unteren Darmes mit dieser weichen Auspolsterung versehen. Dies erleichtert nicht nur die wurmförmige Bewegung des Darmes, verhindert die Reibung und sichert die Bewegung desselben, sondern läßt am untern Theil der Dehnung des Darmes Raum wie diese zur Ausscheidung der aufgenommenen Stoffe nothwendig ist.

Eine wichtige Aufgabe ähnlicher Art erfüllt das Fett in unserm Knochengerüst. Wer schon die Beobachtung gemacht hat, wie Papier, wenn es mit Oel getränkt ist, einerseits geschmeidiger und andererseits wieder fester und haltbarer wird, der wird sich eine Vorstellung davon machen können, daß das Fett, welches die ganze Masse der Knochen durchzieht, diesen einerseits eine Geschmeidigkeit und andererseits wieder eine Festigkeit verleiht. — Knochen, aus denen man künstlich durch Aether das Fett ausgewaschen hat, sind spröde und leicht brüchig. Sie werden ohne Fett ihrer Aufgabe, ein festes Gerüst des Körpers zu bilden, nicht mehr recht entsprechen, sondern bei Erschütterungen glasartig zersplittern. — Auffallend ist es, daß bei einer gewissen Knochen-Krankheit, in welcher der Verlust an Knochensubstanz besonders groß ist, so daß der ganze Knochen wie aus Gaze gewebt erscheint, die Lücken völlig mit Fett ausgebettet sind, als ob die Natur den Verlust der Knochenmasse durch Zufuhr von Fett ersetzen wollte. —

IV. Wichtige Eigenschaften des Fettes.

Einen höchst wichtigen Dienst leistet das Fett im menschlichen Körper durch die Eigenschaft, daß es die Wärme schlecht leitet.

Schon das flüssige Fett an sich, wie z. B. Oel, ist ein schlechter Wärmeleiter, das heißt: ein Gegenstand, der von Oel umgeben ist, erkaltet sehr langsam und nimmt auch sehr langsam von außen her Wärme auf. Schlechte Wärmeleiter sind dadurch, daß sie Wärme aus einem Gegenstande weder fort, noch in denselben eindringen lassen, die sichersten Mittel, den Gegenstand in einer gleichmäßigen Wärme zu erhalten. Indem aber der menschliche Körper durchaus nur einen bestimmten Grad der Wärme im Innern vertragen kann und ein Opfer des Todes wird, sobald er viel über dreißig Grad warm wird oder viel unter dreißig Grad erkaltet, so ist es klar, daß nur die Einwickelung all' seiner edlen Organe in einer Fettschicht, welche die Wärme schlecht leitet, das Mittel ist, sein Leben zu erhalten.

Bei dem nicht flüssigen, sondern im Körper in Talgform sich anlegenden festen Fett kommt noch das Gewebe, in welchem hier das Fett eingeschlossen ist, dazu, um die Eigenschaft des schlechten Leiters der Wärme zu steigern, so daß alle Organe, die von festen Fettmassen umgeben sind, ganz besonders vor allzugroßer Hitze und Kälte geschützt werden.

Darum findet man auch im gewöhnlichen Zustand den ganzen Unterleib mit Fett bedeckt und ausgefüllt. Hierdurch erhält derselbe eine stets gleichmäßige Wärme, wie sie zu den Verrichtungen der Organe auch nöthig ist. Das fettreiche Netz der Eingeweide des Unterleibes ist die vortrefflichste Leibbinde, die die Natur selber dem Men-

schen an- und umgelegt hat. Die Brust der Mutter würde ihren Dienst sehr bald versagen, wenn sie nicht mit Fett reichlich durchzogen wäre, so daß die Wärme in derselben nicht leicht wechseln kann, selbst wenn sie, wie beim Säugen des Kindes, der kalten Luft ausgesetzt ist. — Der Magen, die Leber, besonders aber das Herz, würden weder vor großer Hitze, noch vor großer Kälte derart geschützt sein, wenn sie nicht mit Fett umgeben wären.

Daß das Fett vortrefflich geeignet ist, die Wärme des Körpers weder steigen noch sinken zu lassen, geht schon daraus hervor, daß sich die Wilden in heißen Ländern die Haut mit Fett einschmieren, damit die Hitze nicht auf sie eindringe, während die Bewohner der kältesten Länder ganz dasselbe thun, um die Wärme aus dem Körper nicht schwinden zu lassen.

Hierdurch wird es erklärlich, weshalb das weibliche Geschlecht, das reichlicher mit Fett versehen ist, als das männliche, auch leichter gekleidet gehen darf; weshalb es ihnen weniger schädlich ist, wenn sie Hals, Nacken, Brust und Arme der wechselnden Wärme der Luft aussetzen. Ein Halstuch ist allen fetten Knaben lästig; sobald jedoch die Zeit der Entwickelung gekommen ist und der fette Hals des Knaben sich in den magerer werdenden des Jünglings umwandelt, da wird die Bekleidung des Halses schon nothwendig.

Mit Einem Worte, das Fett ist durch die Eigenschaft der schlechten Wärme-Leitung ein vortreffliches Mittel, das Innere des Menschen in einer gleichmäßigen Wärme zu erhalten, und es bildet auch das Fett, das unter der Haut sich ansammelt, ein Schutzmittel gegen das Ausströmen der Wärme aus dem Körper, wenn er sich in kalter Luft befindet.

Eine weitere wichtige Eigenschaft des Fettes ist es, daß es die Elektrizität schlecht leitet; und hiernach hat man Grund, zu vermuthen, daß die Natur gerade deshalb das Fett gewählt hat, um mit demselben die Nerven zu umhüllen. Die wissenschaftlichen Forschungen der neuesten Zeit haben es nämlich ganz außer Zweifel gestellt, daß die Nerven im Körper eine ähnliche Rolle wie die Leitungsdrähte am elektrischen Apparate spielen, daß Ströme von Elektrizität durch dieselben sich fortpflanzen und an den Endpunkten Wirkungen hervorbringen, die sowohl die Bewegung, wie die Ernährung möglich machen; und auch von den Endpunkten Ströme nach dem Gehirn leiten, die Empfindung hervorbringen und das Bewußtsein anregen. — Ganz aber wie die Leitungsdrähte eines elektrischen Apparates untauglich werden, sobald sie nicht einen Ueberzug haben, der die Elektrizität schlecht leitet und sie verhindert, ihre telegraphischen Depeschen unterwegs zu verlieren, ganz so würden ohne Zweifel die Nerven ohne den nichtleitenden Ueberzug von Fett ihren Dienst versagen, wenigstens denselben nicht am rechten Ort ausüben. Das Fett, das die Nerven einhüllt, gleicht so der Gutta-Percha-Umhüllung, welche die elektrischen Drähte umgiebt. Die Beobachtung, daß das umhüllende Fett bei Rückenmarks-Schwindsucht sich bedeutend vermindert habe, scheint diese Ansicht von der Aufgabe des Fettes zu bestätigen.

Möglicherweise rührt die größere nervöse Empfindlichkeit und die leichtere Störung des Nervensystems bei mageren Personen von dem Mangel an Fett her, das die Nerven umschließt, und die Reizbarkeit magerer Frauenzimmer ist vielleicht nicht minder eine Folge, als eine Ursache der mangelhaften Fettbildung.

V. Von dem höheren Zweck des Fettes.

Wir dürfen beim Nutzen des Fettes nicht unerwähnt lassen, daß es das Fett ist, welches dem menschlichen Körper die Möglichkeit gewährt, im Wasser zu schwimmen. Daß Fett leichter ist als Wasser, bemerkt man schon an unseren Nachtlampen, wo das Oel auf dem Wasser schwimmt, und in jeder Suppe, wo die Fettaugen auf der Oberfläche derselben sichtbar sind. Weder Knochen, noch die übrigen Bestandtheile des Körpers besitzen diese Eigenschaft, und wäre das Fett nicht im Körper vorhanden, so würde die Schwimmkunst nicht ausreichen, den Körper über Wasser zu erhalten. Hieraus erklärt es sich, daß sehr fette Menschen sich ganz getrost rücklings in's Wasser legen können und ohne unterstützende Bewegungen zu machen, von demselben fortgetragen werden. — Menschen, die an Wassersucht leiden, bei denen sich in Folge einer krankhaften Bildung Wasser unter der Haut ansammelt, sind nicht nur blos wegen ihres krankhaften Zustandes zu jeder anstrengenden Bewegung der Glieder unfähig, sondern haben noch durch das Gewicht des Wassers zu leiden, das, schwerer als das Fett, ihrer Bewegung mehr Hinderniß darbietet, als eine gleichgroße Fettmasse.

Insofern das Schwimmen nicht zu einer dem menschlichen Körper nothwendigen Fähigkeit gehört, können wir hiervon absehen und uns zu den wichtigeren, mit dem Gesammtleben in innigerem Zusammenhang stehenden Bestimmungen des Fettes wenden.

Bisher haben wir nur gewisse Vortheile betrachtet, welche das Fett gewährt; man würde aber irren, wollte man annehmen, als habe die Natur nur um dieser Vortheile willen das Fett gebildet. Es ist wahr, daß alle

Gebilde der Natur im höchsten Maße zweckentsprechend sind, und wollte man hier an Zufall glauben, so würde man einen größeren Aberglauben mit dem Zufall, als mit dem stockfinstersten Glauben spielen. — Allein trotzdem muß man sich hüten, das Dasein eines Naturgebildes nur als todtes Mittel zum Zweck anderer Gebilde zu machen. Das Fett ist ein Mittel zur Erreichung all der Vortheile, die wir angeführt haben; wäre aber das Fett nicht auch Selbstzweck für sich, so wäre es schwerlich im Körper vorhanden. Die Natur hätte die angeführten Vortheile auch auf anderem Wege erreichen können und hätte nicht Fett gebildet, wenn dies nicht auch für sich selbst ein nothwendiges Glied im gesammten Haushalt des Lebens wäre.

Wir müssen daher die tieferen Beziehungen des Fettes in dem Lebensprozeß aufsuchen und diese nicht in den bloßen Eigenschaften desselben finden wollen, die wir bisher betrachtet haben.

Daß das Fett an sich nothwendig zur Verwirklichung des Lebens ist, geht schon daraus hervor, daß wir zum Theil fertiges Fett genießen müssen, und daß es zum Theil aus den nicht fetthaltigen Speisen im Körper gebildet wird.

Selbst in den Pflanzenstoffen genießen wir Fett. All' unsere gewöhnlichen Oele sind Pflanzenfette, und dieses Fett ist auch in Pflanzen vorhanden, die nicht künstlich zur Oelbereitung benutzt werden. Daß wir in thierischen Nahrungsstoffen Fett genießen, ist gleichfalls eine bekannte Thatsache. In der Milch ist das Fett reichlich vertreten und in der Butter, die ein so allgemeines Bedürfniß ist, spielt das Fett eine Hauptrolle.

Zu diesem fertigen Fett, das wir genießen, und, wie wir sogleich sehen werden, genießen *müssen*, kommt noch, daß unser Körper eine gehörige Fettfabrik ist, denn

der Körper bildet neues Fett aus nicht fetthaltigen Stoffen.

Thiere, die man mit Stoffen fütterte, aus welchen man das Fett künstlich entfernt hatte, konnten sich nicht am Leben erhalten, obwohl sie Speisen genossen, aus welchen sich sonst im Körper Fett bildete. — Thiere, die man mit reinem Fett fütterte, starben gleichfalls, ohne daß sich im Körper das Fett besonders angesammelt hatte. Hunde, an welchen man durch die Bauchwand Oeffnungen nach dem Magen machte, um zu beobachten, welche Speisen und wie schnell sie dieselben verdauen, wurden zeitweise mit Fleisch gefüttert, dem man alles Fett auf chemischem Wege entzog, und es ergab sich, daß die Verdauung äußerst schwierig vor sich ging. Brachte man durch die Oeffnung zu dem fettlosen Fleisch etwas Fett in den Magen, so ging die Verdauung ungestört vor sich. Daß man sich an viel Fett wiederum den Magen verdirbt, ist eine allgemein bekannte Thatsache, und ist sowohl durch Versuche bestätigt, wie durch die Wissenschaft auch erklärlich.

Dies Alles sind Thatsachen, welche beweisen, daß das Fett nicht ein bloßes Schutzmittel für äußeren Druck und Stoß, nicht ein bloßes Schmiermittel für die sich bewegenden und an einander reibenden Theile, und auch nicht eine bloße Wärmflasche für die Organe oder ein bloßer Gutta-Percha-Ueberzug für die elektrischen Leitungsdrähte der Nerven ist. Es ist vielmehr Fett, das freilich all' die angegebenen Dienste leistet, auch für sich ein nothwendiges Gebilde im Lebensprozeß, es ist, wie wir vorerst sahen, ein Nahrungsmittel, das genossen werden muß, aber nicht im Ueberfluß genossen werden darf.

Auch der Umstand, daß sich Fett im Körper bildet aus nicht fetthaltigen Stoffen, giebt ihm den Charakter

eines nicht blos abgelagerten Stoffes, sondern eines stets sich abnutzenden und stets sich neuschaffenden Gebildes, den Charakter eines Stoffes, der in steter Umwechselung begriffen ist, und also eine Hauptrolle im Stoffwechsel spielt, der eigentlich das Kennzeichen des Lebens ist.

Indem wir hier nur thatsächlich anführen wollen, daß an Thieren, namentlich an Schweinen und an Bienen, genaue Versuche angestellt worden sind, wie viel Fett, oder an den Bienen, wie viel Wachs sie im Körper fabrizieren bei bestimmten Speisen, deren Fettgehalt man zuvor gemessen hatte, und hinzufügen dürfen, daß die Neubildung von Fett im Körper ganz außer allem Zweifel ist, glauben wir, den höheren Zweck, den Lebenszweck des Fettes genugsam begründet zu haben, und wollen deshalb diesen nunmehr unseren Lesern deutlicher vorführen.

VI. Das Merkzeichen des Lebens.

Erst der neueren Zeit war es vorbehalten, die bedeutungsvollste Rolle, die das Fett im menschlichen Körper spielt, näher aufzufinden.

Dem als Naturforscher und scharfsinnigen Beobachter gleich berühmten Justus Liebig gebührt das Verdienst, wie über viele Vorgänge im menschlichen Körper, auch über diesen ein neues Licht verbreitet zu haben.

Aus den Forschungen Liebigs ergiebt sich, daß man die Nahrungsmittel in zwei verschiedene Gruppen bringen müsse und ebenso die Erzeugnisse der Nahrung im Körper in zwei gesonderte Gattungen zu theilen habe.

So verschiedene Nahrung auch der Mensch genießt, so soll sie sammt und sonders doch nur zwei Zwecke erfüllen. Die Nahrung soll erstens das im Körper ersetzen,

was sich in demselben durch Rückbildung abnutzt und soll außerdem zweitens noch den Stoff bieten, der durch Schweiß und Athem fortwährend verloren geht.

Die Speisen der ersteren Gattung nennt man wissenschaftlich „plastische" Nahrung. Sie, diese Nahrung ist es, welche sich in der lebendigen chemischen Fabrik durch die Thätigkeit des Magens und Darmes und seiner Drüsen in Blut-Flüssigkeit umwandelt. Aus diesem Blut baut sich leiblich der Mensch auf. Blut ist das Bau-Material des Leibes. Blut ist flüssiges Fleisch, flüssige Knochen, flüssiges Material für die Haare, mit Einem Worte: das Blut ist seinem Stoffe nach der ganze leibliche Mensch, denn es ist bestimmt, sich bei fortbestehender Lebensthätigkeit in menschlichen Leib zu verwandeln. Blut also ist die gewesene Speise und werdender lebendiger Leib.

Zunächst also muß man essen, um Blut zu bilden; sodann muß sich Blut bilden, um sich in leibliche Masse umzugestalten.

Zu welchem Zweck aber ist es nöthig, daß wir alltäglich so viel essen, da doch unsere leibliche Masse einmal fertig ist? Wozu fabriziren wir immer neues Blut, um daraus neue Muskeln, neue Knochen, neue Nerven zu machen? weshalb begnügen wir uns nicht mit all den leiblichen Dingen, die wir einmal haben? Und wo bleibt der alte Leib, wenn es wahr ist, daß wir mit jedem Bissen ein Stück neuen Leib erzeugen?

Die richtige Antwort auf diese Fragen kann sich nur der geben, welcher sich einen richtigen Begriff vom Leben des Leibes macht, und den Unterschied kennt, der zwischen einem leblosen Dinge und einem lebendigen Wesen vorhanden ist.

Ein lebloses Ding, zum Beispiel ein Stück Silber,

ein Stück Gold oder ein Stück Stein bleibt immer und ewig was es ist und wie es ist, so lange es sich selbst überlassen bleibt und nicht ein anderer Stoff chemisch auf dasselbe einwirkt. Es verändert sich nicht und wechselt seinen Stoff nicht und existirt immer fort und fort durch Tausende und Millionen von Jahren, sobald es nicht von außen her durch Hitze oder Kälte, durch Luft oder Feuchtigkeit oder sonst eine Einwirkung verändert wird.

Ein belebtes Wesen dagegen, sei es Pflanze, oder Thier, oder Mensch, verhält sich ganz anders. Eine jede Pflanze, ein jedes Thier und auch jeder Mensch bleibt nicht eine einzige Sekunde wie er ist, sondern wechselt fortwährend, tauscht ununterbrochen seinen Stoff und seinen Körper um, giebt vom alten Stoff immer etwas fort und nimmt ununterbrochen immer etwas neuen Stoff in sich auf.

Dies nennt man den Stoffwechsel, das heißt: ein ewiges Wechseln und Umtauschen des alten Stoffes in neuen Stoff, und dieser Stoffwechsel ist das eigentliche Leben der Dinge.

Mit diesem Unterschied zwischen den leblosen Dingen und den belebten Wesen ist noch ein zweiter verbunden und inbegriffen.

Ein lebloses Ding, z. B. ein Stück Silber oder dergleichen, kann sich zwar auch chemisch verändern, sobald man ihm einen neuen Stoff darbietet, mit dem es sich verbinden kann; aber wenn es sich verändert und mit einem neuen Stoff verbindet, verliert es sein ganzes voriges Wesen, seine vorigen Eigenschaften und wird ein ganz anderes Ding. Bringt man z. B. Chlor zu Silber, so wird daraus ein Ding, das nicht wie Chlor und nicht wie Silber aussieht, sondern wie Käsebrei. Schwefel zu Silber gebracht und chemisch verbunden, giebt eine schwarze

Masse, die nichts vom Schwefel und nichts vom Silber an sich hat. — Wenn also leblose Dinge andere Stoffe in sich aufnehmen, so bleiben sie nicht mehr das, was sie sind.

Belebte Wesen dagegen nehmen fortwährend anderen Stoff in sich auf und bleiben dennoch immer das, was sie sind. Ein Mensch ißt alltäglich Dinge, die nicht Mensch sind; aber im Leibe fabrizirt er aus den Dingen menschlichen Leib.

Dieses **Wechseln des Stoffes** und dabei das **Beibehalten seines eigenen Wesens**, das ist das **eigentlich hauptsächliche Merkzeichen des Lebens**.

VII. Wie der Körper sich ohne Nahrung verhält.

So lange also der Mensch lebt, so lange muß er immerfort neuen Stoff in sich aufnehmen und alten Stoff von sich geben; denn Leben heißt: **den Stoff wechseln** und ununterbrochen sich **erneuern** und **umtauschen** und dennoch **dasselbe Wesen** bleiben.

Eigentlich hätte man hiernach unausgesetzt essen müssen; aber zum Glück für uns hat die Natur im Magen, im Darm und in den Blut-Adern eine Art Speicher eingeräumt, wo wir im Stande sind, den frischen Stoff in reichlicher Menge mit einemmale einzuführen, und das Aufzehren dieses neuen Materials eine Zeit lang abzuwarten. — Ist aber das Material aufgezehrt, so hilft keine Gnade; wir müssen frisches Material schaffen, frische Speisen genießen, oder wir gehen zu Grunde. Der alte Leib lebt nicht fort; er existirt in Wahrheit nur ei-

nen Moment und nach diesem Moment fängt auch zugleich seine Vernichtung, seine Rückbildung wieder an und wir sterben im Hunger mit jedem Moment ab, weil wir keinen Ersatz haben für die Theilchen unseres Leibes, die mit jedem Augenblick unfähig werden zum Leben.

Zwar sollte man meinen, daß der verhungernde Mensch sich ganz und gar aufzehren sollte, wie das Oel in einer Lampe, so daß nichts von ihm übrig bleibt. Das ist nun nicht der Fall. Der Hungertod erfolgt, selbst wenn noch Körper, Blut und alle anderen Theile des Leibes da sind; allein diese letzten Reste verlieren die Kraft, sich zu erneuern und fallen statt des langsameren Todes durch Aufzehrung dem gemeinsamen einmaligen Tode anheim.

Die Versuche, die man mit Thieren angestellt, sind hierüber sehr belehrend. Diese Versuche haben Folgendes gezeigt: Thiere, die des Hungertodes starben, hatten noch den vierten Theil ihrer natürlichen Blutmasse; ihr Herz war gerade nur halb so groß, als im gesunden Zustande; der Magen hatte 39 Procent verloren; die Leber 52 Prozent, die Knochen 16 Prozent; das ganze Nerven-System verlor nur Ein Prozent; vom Fett aber war fast Alles fort, nämlich 93 Prozent.

Wir sehen demnach, und zwar aus den letzten zwei Angaben, daß der Mensch von seinen Nerven sehr wenig missen kann. Wenn er nur den hundertsten Theil derselben verliert, so muß er schon sterben. Dagegen kann er von seinem Fett eine ungeheure Masse verlieren, ehe er Hungers stirbt. — Wollte man aber hieraus den Schluß ziehen, daß das Fett sehr unwesentlich im Körper sei, so würde man irren. Gerade weil das Leben der Menschen sich so lange erhalten kann, bis das Fett ganz aufgezehrt ist, gerade darum muß man das Fett als außerordentlich wichtig bezeichnen. Wenn der Kör-

per keine Speise zu sich nimmt, kann er von den Nerven nichts aufzehren, um zu leben; denn von den Nerven kann er nichts missen. Von seinem vorräthigen Blute, dem eigentlichen Bau-Material des Leibes, kann er zwar zehren; aber sobald er die Hälfte davon verzehrt hat, ist es aus. Nur das Fett kann aushelfen und hilft auch aus; denn es gibt sich fast ganz und gar her und erhält den Körper. Man sieht: gerade, weil der Körper das Fett missen kann, gerade deshalb ist es wichtig, daß man für den Fall der Noth es vorräthig hält.

Wir haben es schon erwähnt, daß die Thiere, welche den Winter verschlafen, sich im Herbst mit einem sehr bedeutenden Fett-Vorrath niederlegen und im Frühjahr äußerst abgemagert wieder aufleben. Sie haben den ganzen Winter keine Nahrung zu sich genommen und sich doch das Leben erhalten. Offenbar hat ihnen das Fett hierbei einen Ersatz geliefert. In vielen Krankheiten ist der Mensch wochenlang nicht im Stande, nahrhafte Speise zu sich zu nehmen, und das Fett nimmt hierbei ebenfalls die Rolle eines aufgesparten Vorrathes an. Der reiche Vorrath an Fett, den das weibliche Geschlecht besitzt, geht meist in dem Wochenbette drauf, wo sie viel Blut, Schweiß und Milch verlieren und wenig durch Speise ersetzen dürfen. Die Natur hat nicht umsonst die Frauen, so lange sie fähig sind, Kinder zu gebären, mit Fett gesegnet.

Aus all' diesen Fällen ergiebt sich die Wichtigkeit des Fettes im Allgemeinen, und dies wußte man auch schon seit langer Zeit und legte hierauf mit Recht großen Werth. Allein das wahre und richtige Sachverhältniß hat erst die neuere Forschung aufgeklärt. Wenn man früher annahm, daß das Fett wirklich Alles ersetzen und aus demselben sich Blut bilden und Fleisch werden könne;

wenn man sonst der Ansicht war, daß das aufgespeicherte Fett eine Art Futtersack für Nothfälle wäre und aus diesem Futtersack Alles, was der Körper braucht, entnommen werden könne, so hat die neuere Wissenschaft dies als Irrthum nachgewiesen und gezeigt, daß das Fett dies unmöglich leisten kann, weil seine Bestandtheile gar nicht so beschaffen sind, daß sie wirklich Fleischstoff oder Blut vollkommen bilden können. Dem Fett fehlt hierzu ein Hauptbestandtheil, und das ist, wie wir sehen werden, der Stickstoff.

Worin aber besteht die wichtige Rolle des Fettes nach den neuesten Forschungen?

Um dies einzusehen, müssen wir die zweite Gattung der Nahrungsstoffe kennen lernen, und das wollen wir im nächsten Abschnitt darzulegen versuchen.

VIII. Die zweite Art Speise.

Wir haben es im vorletzten Abschnitt dargelegt, wie man Speisen zu sich nehmen muß, um Blut zu bilden, diese Flüssigkeit, aus welcher sich der Leib aufbaut.

Es giebt aber noch eine zweite Art von Speise, die man genießen muß, welche nicht Blut bildet, sondern die benutzt wird, um athmen zu können.

Der Stoff, woraus der Leib sich materiell aufbaut, wird dem Körper durch die blutbildende Nahrung zugeführt; aber um eben Blut zu bilden, um aus Speisen der verschiedensten Art nur diese eine Flüssigkeit, das Blut, zu fabriziren, und um aus dem Blut leiblichen Körper aufzubauen und alten, verbrauchten Stoff davon zu führen, zu all dem muß, wie sich's von selbst versteht, eine stete Anregung vorhanden sein, welche die ganze Maschi-

nerie in fortwährendem Gange hält. Und diese Anregung eben geschieht durch das Athmen, in Verbindung mit dem Umlauf des Blutes.

Der menschliche Körper gleicht gewissermaßen in dieser Beziehung einer gewöhnlichen, von Dampfkraft getriebenen Fabrik. In diese Fabrik wird Roh-Material eingebracht, um daraus das Fabrikat zu erzeugen; aber zugleich muß die Kraft, welche das ganze Räderwerk der Fabrik in Betrieb setzt, muß der Dampf erzeugt und unterhalten werden, und um diesen Dampf zu erzeugen, muß man der Maschine viel Material liefern, woraus nichts weiter fabrizirt wird. Die Kohlen und das Wasser, welche die Dampfmaschine für sich in Anspruch nimmt, haben eigentlich mit der Fabrik selber nichts zu thun. Sie sind nur das Material, durch welches die Thätigkeit der Fabrik angeregt wird, und wenn sie geleistet haben, was sie wollen, so ziehen die Kohle und der Dampf wieder durch den Schornstein davon. Die Fabrik verbraucht nicht den Stoff des Brenn- und Dampf-Materials, sondern hat nur die durch dieselbe hervorgebrachte Kraft benutzt, um ihr eigenes Roh-Material zu verarbeiten.

Aehnlich wie in dieser Fabrik geht es in der inneren Fabrik des menschlichen Leibes zu

Durch das Athmen wird die Körperwärme erzeugt und dem Körper zugleich die chemische Anregung zu seinem Stoffwechsel gegeben. Beim Einathmen nimmt man Sauerstoff in die Lungen auf; hier geht der Sauerstoff in's Blut über und strömt mit dem Blut zum Herzen, und wird vom Herzschlag durch alle Adern des Körpers bis in die feinsten Fäserchen desselben getrieben. In all den kleinsten Theilen des Körpers giebt das Blut nun den Sauerstoff ab und nimmt verbrauchten Körperstoff, Kohlenstoff in sich auf. Nun geht das Blut wieder durch be-

sondere Adern zurück in's Herz und wird von hier in die Lungen getrieben, woselbst beim Ausathmen die Kohle, in Verbindung mit Sauerstoff, als Kohlensäure aus dem Körper ausgeschieden war.

Durch diesen chemischen Vorgang wird beim Athmen sowohl Wärme erzeugt, wie auch beim Umlauf des Blutes und seiner Abgabe frischen Stoffes und Aufnahme des verbrauchten Stoffes der chemische Prozeß im Körper unterhalten. Das Athmen ist also gewissermaßen nur der Heiz-Apparat und die Anregung der inneren Fabrik zu ihrer Thätigkeit.

Ganz aber so, wie der Heiz- und Dampf-Apparat einer gewöhnlichen Fabrik sein Brennmaterial und seinen Wasserbestand erhalten muß, um wirken zu können, ganz so ist es in der Fabrik des menschlichen Körpers der Fall.

Außer den Speisen, welche man genießen muß, um leiblichen Stoff daraus zu bilden, muß man noch Speisen zu sich nehmen, um das Athmen möglich zu machen.

Beim jedesmaligen Ausathmen geht eine Portion Kohlenstoff aus dem Körper, mit jedem Athem wird auch Wasser aus den Lungen entfernt. Die Bestandtheile des Wassers sammt dem Kohlenstoff, die also fort und fort ununterbrochen aus Mund oder Nase strömen, sind ein bedeutender Verlust, den der Körper erleidet. Hierzu kommt noch die Ausdünstung der Haut, die gleichfalls in Summa sehr bedeutend ist und dem Körper ansehnliche Massen feines Stoffes entzieht. Dieser Mangel muß Ersatz finden und deshalb muß ein Theil der Speisen, die wir genießen, die Stoffe enthalten, die die Athmung möglich machen.

Wir werden nunmehr sehen, wie gewisse Speisen wirklich vorzugsweise die Athmung befördern, während andere leiblichen Stoff bilden wie man also die Nahrung einthei-

len muß in blutbildende und athembildende Speisen, und erst wenn wir dies werden deutlich gemacht haben, werden wir im Stande sein zu zeigen, wie wichtig die Rolle ist, die das Fett hierbei spielt, und wie dies einerseits unumgänglich nothwendig ist, um die Athmung zu erhalten, und andererseits ein Schutzmittel ist, damit nicht Schweiß und Athem an unserm Fleisch und Blut zehren.

IX. Von den chemischen Bestandtheilen der Nahrung.

Die Nahrungsstoffe, die zur Bildung von Blut und Körpermasse dienen, unterscheiden sich von den Nahrungsstoffen, die nur zur Unterhaltung des Athmens nöthig sind, schon dadurch, daß ihre chemische Zusammensetzung eine verschiedene ist.

Eine Speise, die zur Athmung dient, braucht chemisch nur aus drei Urstoffen zu bestehen, aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff; eine Speise jedoch, die Blut bilden und aus der sich der Leib aufbauen soll, muß noch einen vierten chemischen Bestandtheil haben, sie muß außer den genannten Stoffen auch noch Stickstoff enthalten.

Speisen, die keinen Stickstoff enthalten, nennt man daher Athmungsmittel; Speisen, die Stickstoff enthalten: Blut-Bildner.

Der größte Theil der Pflanzenkost besteht nur aus drei Urstoffen, das heißt, sie sind nicht stickstoffhaltig. Fast alle Salate, Gemüse und vorzüglich die Kartoffeln haben keinen, einzelne von ihnen nur äußerst wenig Stickstoff.

Sie können daher wohl zur Speise dienen, aber sobald nicht noch andere Speisen nebenbei genossen werden, geht der Körper zu Grunde. Von Pflanzenkost sind hauptsächlich Weizen- und Roggenbrod, Erbsen, Linsen und Bohnen zugleich stickstoffhaltig und deshalb reicht eine Kost dieser Art wohl aus, den Körper zu erhalten, obschon er hierbei noch keineswegs besonders gut gedeihen wird. — In diesem Sinne kann man sagen, daß die Kartoffel nur eine Speise ist, die vornehmlich den Athem unterhalten kann, dagegen Brod, Erbsen u. s. w. schon Blut zu bilden im Stande sind.

Vorzüglich aber ist und bleibt die thierische Kost, also Fleisch, sei es von Land- oder Wasserthieren, die wichtigste Quelle stickstoffhaltiger Nahrung; so daß man sagen kann, daß der Genuß von Fleisch am vorzüglichsten geeignet ist, den Körper mit Blut und Fleisch zu versorgen.

Hiernach läßt es sich leicht einsehen, weshalb man gemischte Kost genießen muß, um sowohl den Verlust zu decken, den der Körper durch Athmen, wie durch die Rückbildung leiblichen Stoffes erleidet.

Indem die thierische Kost, also Fleisch, eben so gut Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff enthält, wie die bloße Speise, die zur Athmung nöthig ist, so ist es klar, daß eine bloße Fleischkost eigentlich allein ausreicht, um den Körper vollkommen zu erhalten; allein zum wirklichen Wohlbefinden des Körpers gehört eine zu starke Portion Athmungsspeise, als daß sie mit günstigem Erfolge aus dem Fleisch allein gewonnen werden könnte, und deshalb ist der Trieb zur Pflanzenspeise groß genug, selbst denjenigen nothwendig zu werden, die sonst im Stande wären, ihren Leib durch reine Fleischspeise zu ernähren.

Es ist nämlich eine ausgemachte Thatsache, welche

durch Versuche festgestellt worden ist, daß in vierundzwanzig Stunden im Ausathmen beinahe eben so viele Stoffe aus dem Körper entfernt werden, als auf anderem Wege. Wir athmen Kohlensäure aus, und diese Luftart ist, wenn sie aus den Lungen kommt, mit Wasser vollkommen durchfeuchtet. Darum beläuft auch eine kalte Scheibe mit feinen Wassertröpfchen, wenn man sie anhaucht. Wenn im Winter die Fenster, wie man zu sagen pflegt, schwitzen, so rührt das Wasser, das oft so beträchtlich ist, nur aus den Lungen und den Hautausdünstungen der Menschen her, die sich in der Stube befinden. Durch Versuche ist festgestellt, daß ein Mensch in einem Tage nahe an ein Pfund, also fast ein halbes Quart Wasser ausathmet. Da aber Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, und das ausgeathmete Wasser zwar aus der Lunge kommt, aber doch vom Blute herrührt, welches das Herz in die Lunge sendet, so läßt sich einsehen, wie dem Körper zum Athmen stets Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff in Form von Speisen und Getränken zugeführt werden müssen.

Und in diesem Haushalt der Natur spielt eben das Fett eine so wichtige Rolle.

Das Fett besteht aus diesen drei Stoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Der menschliche Körper, oder richtiger, die lebenskräftige chemische Fabrik des Körpers versteht es auch, aus allen Speisen, welche diese drei Bestandtheile enthalten, Fett zu bilden. Man braucht nur zu beobachten, wie Gänse, die nur mit Mehlspeise genudelt werden, an Fett zunehmen, um einzusehen, daß die Bestandtheile des Mehls sich in Fett umwandeln.

Fett ist also seinen Bestandtheilen nach so zusammengesetzt, wie eine reine Athmungsspeise. Genießt man nun reichliche Nahrung, um Blut zu bilden und nimmt noch

außerdem in Speisen und Getränken mehr Athmungs-Nahrung in sich auf, als man zur Zeit beim Athmen verbraucht, so setzt sich im Körper Fett ab als eine Masse, die augenblicklich nicht verbraucht wird, aber wie wir sehen werden, vortreffliche Dienste leistet, sobald äußere oder innere Umstände es herbeiführen, daß man aus dem Körper mehr ausgeben muß, als man einnimmt.

X. Die Rolle des Fettes.

Wir haben gezeigt, daß es zwei Arten von Nahrungsmitteln giebt und daß zwei verschiedene Zwecke von ihnen erreicht werden. Es giebt stickstofflose Speisen, die zum Athmen, und stickstoffhaltige Speisen, die zur Blutbildung nöthig sind. — Allein man würde sehr irren, wollte man annehmen, daß diese zwei Arten Speise und die zwei verschiedenen Zwecke wirklich in der Natur so gesondert sind, wie wir sie wissenschaftlich sondern.

Man darf sich nicht vorstellen, als ob Jemand, der zum Frühstück ein Beefsteak mit Bratkartoffeln zu sich nimmt, eine gesonderte Kasse im Leibe hat, die dafür sorgt, daß das Fleisch für die Blutbildung und die Kartoffeln für die Athmung verwendet werden. Wir haben nur Einen Magen und Einen Darm und nur Eine Gesammtkasse für das Blut. Es kommt gewissermaßen bei uns Alles in Einen Topf, und wir haben für unsere doppelte Buchhaltung nur Einen Kassirer, sowohl für Einnahme, wie für Ausgabe. — Obenein darf man nicht außer Acht lassen, daß die Speisen, welche Stickstoff enthalten, auch nebenbei jene drei Stoffe in sich haben, welche die stickstofflosen besitzen, daß sie also Kohlenstoff und Wasserstoff

und Sauerstoff zum Athmen und zur Ausdünstung der Haut abgeben müssen.

Aber ganz in demselben Maße, wie z. B. Fleischspeise, Eier, und überhaupt stickstoffhaltige Nahrung die drei Stoffe ihrer Bestandtheile, die sie mit reiner Athemspeise gemein haben, zum Athmen hergeben, ebenso macht das Blut schwerlich einen Unterschied in seinem Erhalt von Sauerstoff, Wasser- und Kohlenstoff, und bezieht diesen, wenn es etwas davon braucht, aus einer reinen Athem-Speise, z. B. aus Zucker oder reinem Stärkemehl.

Mit Einem Worte: die innere Fabrik im Menschen bezieht zwar ihren Bedarf aus beiden Speise-Arten und wirft nach der Benutzung derselben beide in gesonderten Formen fort, aber während des Verbrauches macht sie keinen Unterschied zwischen ihnen und nimmt das ihr Zusagende von dort, wo es ihr am ehesten geboten ist, und ersetzt den Mangel der einen, so gut es geht, durch die andere Speise.

Gerade dieser Umstand aber ist es, der dem Fett die ungeheure Bedeutung giebt.

Fett ist eigentlich, streng genommen, nur ein Vorrath der Athemspeise; denn Fett besteht nur aus den drei Stoffen: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Wer Fett im Körper angesammelt hat, der kann zur Noth eine Krankheit und eine mäßige Hungersnoth überstehen. Das Fett wird sich freilich verlieren, aber es wird seine Bestandtheile nach und nach dem Blut geben und so den Athem unterhalten, ohne dem Blut wesentliche Verluste durch das Athmen zuzuziehen. Wer aber kein Fett im Körper hat, der ist trotzdem genöthigt, so lange er lebt, zu athmen, er mag nun viel oder wenig essen; ist er nun in einer Lage, wo er keine Nahrung zu sich nehmen kann, so athmet er Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aus

dem Blute weg; das heißt, er zehrt mit seinem Athem an seinem Fleisch und Blut. Da aber der Mensch schon stirbt, wenn er kaum die Hälfte seines Blutes und Fleisches verloren hat, so stirbt der Verhungernde im vollen Sinne des Wortes durch seinen eigenen Athem.

Es wird nunmehr Jedem verständlich sein, wenn wir sagen: Fett ist an sich ein Gebilde, das dem Körper in geringem Maße nothwendig ist, und namentlich, wie wir in den vorhergehenden Artikeln gesehen haben, für einzelne Organe des Körpers. So lange der Mensch bei gesundem Leibe, gutem Appetit und im Stande ist, stets Nahrung zu erhalten, ist ein Ueberschuß von Fett weiter nicht nöthig; deshalb sind auch magere Menschen keineswegs kränker oder schlimmer daran, als fette. Aber sobald eine bedeutende Störung eintritt, sei es, daß sie durch Krankheit, sei es, daß sie durch äußere Zufälle veranlaßt ist und der Mensch keine Nahrung zu sich nehmen darf oder kann, so ist Fett-Vorrath ein unschätzbarer Artikel im Leibe, denn es bildet dann einen Schutz für das Fleisch und Blut und opfert sich hin und giebt sich aus, ohne daß der Athem nöthig hat, an dem weniger zu missenden Fleisch und Blut zu zehren.

Der genaue Zusammenhang des Fettes mit Athem und Schweiß giebt sich auch im gewöhnlichen Leben kund. Muß man viel athmen und schwitzen, so wird man nicht fett; lebt man so, daß Athem und Schweiß mäßig sind, so setzt der Körper schon bei mäßiger Nahrung Fett an. Thiere und Menschen, die sich viel bewegen, athmen viel und schwitzen viel und werden nicht fett. Menschen, die ein gemächliches Leben führen, sich nicht viel anstrengen, werden stark und fett; denn sie athmen und schwitzen nicht so viel, wie bei Anstrengungen. Thiere, die man fett haben will, sperrt man bei der Mastung ein, so daß sie

sich wenig bewegen können. Sie athmen wenig und dünsten durch die Haut noch weniger aus, folglich setzt sich der Ueberschuß der Athemspeise in Form von Fett in ihrem Körper an.

VI. Soll man Fett essen?

Wenn man die Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper in Erwägung zieht, so wird man leicht zu dem Glauben veranlaßt, daß es der Gesundheit förderlich sei und zur Vermehrung des Fettes beitrage, wenn man viele fette Speisen genießt.

Das aber hat sich als Irrthum sowohl durch die Erfahrung, wie durch wissenschaftliche Forschung herausgestellt.

Fett, fertiges Fett, sowohl thierisches wie Pflanzenfett, ist für den Magen unverdaulich, und nur ganz besondere Arten desselben, die besonders mit fremden Stoffen versehen sind, haben nicht nur keine schädliche, sondern auch eine medizinisch-wohlthätige Wirkung. Zu dieser Gattung, die eine Ausnahme von der Regel macht, gehört der Leberthran, der bei Kindern als Medizin angewendet wird. Freilich ist im Leberthran noch ein Stoff enthalten, das Jod, welchem man die wohlthätige Wirkung dieses Thranes zuschreibt; indessen ist diese Annahme keineswegs sicher, und jedenfalls haben wir hier einen Fall vor uns, wo der Genuß von Fett mindestens nicht schädlich wirkt.

Gleichwohl ist es eine unbestreitbare Thatsache, daß andere Arten von Fett, selbst wenn sie nicht allein, sondern mit anderen Speisen zugleich genossen werden, die Verdauung erschweren. Der Grund hiervon ist auch leicht

anzugeben. Die Verdauung im Magen sowohl, wie im Darm wird nicht durch eine Art von Zerreiben der genossenen Speise hervorgebracht, wie man sonst glaubte, sondern von einer Flüssigkeit, welche die Wände des Magens, wie des Darmes ergießen, ähnlich wie der Speichel im Munde. Diese Flüssigkeit hat die Eigenschaft, daß sie selbst harte Brodrinden und sogar zerkaute Knochen auflöst. Allein hierzu gehört, daß die Flüssigkeit unmittelbar in die Speisen eindringe; da aber Fett die Eigenschaft hat, jeden Bissen mit einem Fetthäutchen zu umhüllen und besonders die Magen-Flüssigkeit nicht im Stande ist, das Fett zu durchdringen, so erschwert dasselbe die Verdauung im höchsten Grade.

Erst der im Darm sich absondernde verdauende Saft, den man **Bauchspeichel** nennt, erst dieser hat die Eigenschaft, Fett aufzulösen und es also als Nahrung in's Blut zu bringen.

Der Genuß von viel fertigem Fett ist also an sich nicht rathsam; es ist aber auch, selbst wenn es den Magen passirt hat, von keinem Nutzen im Körper. Versuche, die man an Thieren mit Fett-Fütterung gemacht hat, haben ergeben, das das fremde, in den Körper eingeführte Fett keine Fett-Ablagerung im Kö per veranlaßt, sondern daß es vom Körper wiederum ausgestoßen wird, ohne in den Kreislauf überzugehen.

Der Körper fabrizirt sich das Fett, das er braucht und ansetzt, selber, und zwar aus den Speisestoffen, die gleiche chemische Bestandtheile mit dem Fett haben. Hierzu gehören die meisten Pflanzen, die Stärkemehl oder Zucker enthalten, was beispielsweise im Brod, den Kartoffeln und Mohrrüben der Fall ist. Das Fett eigener Fabrik ist es, welches die von uns aufgeführte wichtige Rolle spielt, und dies deutet schon darauf hin, daß nicht die

bloße Anwesenheit, sondern auch die Bildung des Fettes ein nothwendiges Gesetz des thierischen Lebens ist.

Es ist etwas ganz Eigenthümliches mit dem Fett der Speisen und dem Fett des Leibes. Das fertige Fett, das man ißt, setzt sich nicht als Fett im Körper an, sondern der Körper produzirt sich hierzu in eigener Fabrik sein Fett aus nicht fetthaltigen Speisen und Getränken. Hiernach sollte man glauben, daß es ganz unnütz sei, überhaupt Fett zu genießen, zumal es im Magen nicht verdaut wird; aber das ist ein Irrthum. Schon der Umstand, daß die Muttermilch, die natürlichste aller Speisen, fertiges Fett enthält, darf uns als Beweis gelten, daß es nothwendig sei, etwas fertiges Fett zu genießen. Die umständlichsten Versuche haben aber auch dies bestätigt, und es steht jetzt wissenschaftlich fest, daß die Fabrik im Innern des Körpers nicht im Stande ist, Fett zu produziren, wenn sie hierzu in den Speisen nicht ein wenig *fertiges* Fett mit bekommt.

Das Bedürfniß, unsere Gemüse mit irgend einem Fett zu schmelzen, unser Brod mit Butter zu bestreichen, die Kartoffeln mit Fett zu genießen, die Erbsen mit etwas Speck zu verzehren und dergleichen in jedem Hausstand bekannte Thatsachen, haben ihren sehr richtigen Grund.— Fett an sich ist unverdaulich; aber ein wenig Fett muß zu anderen Speisen mitgenossen werden, denn nur wenn dies geschieht, vermag der Körper sich sein nöthiges Fett aus den Speisen zu fabriziren.

Es geht dem Körper mit dem Fett ähnlich wie dem Brauer mit der Hefe. Die Hefe bildet sich aus den Bestandtheilen des Bieres; aber es geschieht nur dann, wenn der Brauer ein wenig *fertige* Hefe in's Bier gethan und so die Anregung zur Hefenbildung gegeben hat.—Es scheint, als ob eine gleiche Anregung zur Fettbildung

durch einen Genuß von fertigem Fett durchaus nothwendig ist.

XII. Schlußbemerkungen.

Obwohl wir in einer ganzen Reihe von Artikeln von dem Nutzen des Fettes im menschlichen Körper gesprochen haben, müssen wir doch diese unsere Schlußbetrachtung mit dem Geständniß eröffnen, daß so eigentlich die Wissenschaft über die wahre Rolle, die das Fett im Körper spielt, noch nicht völlig aufgeklärt ist.

Wir haben es schon einmal ausgesprochen, daß es ein Irrthum ist, das Dasein irgend eines Gebildes der Natur durch den Nutzen erklären zu wollen, den es anderen Gebilden gewährt. Die Natur schafft nicht ein Ding blos zu dem Zweck, einem anderen Dinge nützlich zu sein. Alles, was die Natur schafft, hat neben dem Nutzen, den es dem Ganzen gewährt, auch, oder richtiger hauptsächlich, seinen Selbstzweck. Daß es mit dem Fett eben so der Fall ist, darauf deuten viele Zeichen hin, obgleich es noch nicht gelungen ist, den Selbstzweck des Fettes, sein nothwendiges Entstehen, seine Wirksamkeit in der Bildung des leiblichen Gewebes und seinen Einfluß und seine Verwandlungen mit Sicherheit aus diesen vereinzelten Zeichen zu deuten.

Das Fett findet sich den verschiedenen nährenden Flüssigkeiten des Körpers in sehr verschiedenen Portionen beigemischt. Im Speisebrei, während dieser noch im Magen ist, spielt das mitgenossene Fett, wie bereits angegeben, nur in kleinen Portionen eine wohlthätige Rolle; in größeren Portionen wirkt es schon störend auf die Verdauung. Anders ist die Portion des Fettes in dem

noch weiter ausgebildeten Brei, der im Darm entsteht. Die Saugadern des Darmes, die in einen vereinigten Kanal den Speisesaft zu den Blutgefäßen leiten, sind oft strotzend von Fett. Im Blut ist das Fett hauptsächlich in den Blutkügelchen abgelagert. — Im Gehirn ist zwar kein abgelagertes freies Fett; aber es sind nicht weniger als fünf verschiedene Arten von Fettverbindungen in demselben enthalten. — Die Gattung von Nerven, welche man die animalischen Nerven nennt, und welche recht eigentlich die innere Fabrik des Körpers in Bewegung setzen und regeln, diese Art Nerven sind derart mit Fett gefüllt, daß sie hohle Röhren bilden, wenn man aus ihnen das Fett durch Aether und Alkohol auswäscht.

All' das ist nicht zufällig, sondern deutet ganz unzweifelhaft darauf hin, daß das Fett hier in dem inneren Leben, in dem Umbilden, in dem Schaffen und Rückbilden des Körpers eine noch nicht erkannte Rolle spielt. Unser Gehirn enthält Phosphor, und man hat dem Phosphor die Ehre angethan, ihn einen wesentlichen Bestandtheil unserer geistigen Thätigkeit, also unseres Denkens, zu nennen. Warum man dem Fett diese Ehre versagen soll, das in größerer Masse und mannigfaltigerer Gestalt im Gehirn vorkommt, wissen wir nicht. Das Leuchten des Phosphors im Dunkeln mag wohl etwas Aehnliches mit dem Aufleuchten der Gedanken haben; aber wenn es einmal auf's Leuchten der Gedanken ankommt, so leuchtet gewiß das Fett, oder richtiger die Gasbestandtheile desselben, besser und heller als Phosphor. — Sei dem aber wie ihm wolle, es ist — ernst betrachtet — das Fett in seiner wesentlichen Rolle noch nicht erkannt.

Die Grundform aller Bestandtheile des lebenden Körpers ist nach den neuesten Forschungen die Zelle. Sowie in der leblosen Natur jede Umwandlung flüssiger

Masse in feste durch Bildung von Krystallen geschieht, so geschieht das Festwerden in der lebendigen Natur stets durch Bildung von Zellen. — Welchen Antheil aber hat das Fett bei dieser Bildung? Auch diese Frage wird die Wissenschaft erst nach fortgesetzten Studien zu beantworten wissen; interessant ist hierbei die Entdeckung des Sanitätsrathes Ascherson in Berlin, der zuerst nachwies, wie ein Fetttröpfchen, in eine Eiweiß-Lösung gebracht, sofort eine Verdichtung des Eiweißes rings herum hervorbringt. — Vergleicht man hiermit die reichere Anwesenheit des Fettes bei fast aller Körnchen- und Zellen-Bildung des Blutes, so liegt die Vermuthung nahe, daß das Fett kein müßiger Zuschauer bei der Bildung der festen Theile des Körpers ist.—

Eine nahe Verwandtschaft eines sehr wichtigen Stoffes, der Galle, mit dem Fett ist längst bekannt. Dies wissen nicht nur die Maler und Färber, welche Oelfarben durch Galle löslich machen, sondern auch die wirthlichen Hausfrauen, welche die seidenen Zeuge durch Waschen in Ochsengalle von Fettflecken reinigen. Neuere Forschungen aber haben noch auf wichtigere Vermuthungen geführt; sie gehen so weit, daß sie die Galle aus einer Umbildung des Fettes entstehen lassen. Dieser Gedanke, der namentlich dadurch unterstützt wird, daß sich bei der Entwickelung des Hühnchens im Ei, in der Zeit, wo sich der Dottersack in die Bauchhöhle hineinzieht, Fett an die Leber anlegt, wo später die Galle sich findet, dieser Gedanke, daß Galle wirklich verwandeltes Fett ist, wird auch durch Fett- und Leber-Krankheiten bestätigt, in welchen es unzweifelhaft ist, daß Fett und Galle in engster Beziehung zu einander stehen. —

So scheiden wir denn von diesem Thema mit dem Bekenntniß, daß die eigentliche, die lebensthätige Rolle

des Fettes noch unerkannt ist; aber wir hoffen, daß trotzdem der von uns angeführte und also bereits bekannte vielfache Nutzen des Fettes hinreichen wird, es zu rechtfertigen, daß wir in diesen Betrachtungen die Wichtigkeit desselben unseren Lesern vorgeführt haben.

Nur eine Schiebe-Lampe.

I. Die Natur und die Bestimmung des Menschen.

Es giebt viele Menschen, die da meinen, daß die Kenntniß der Natur viel verbreiteter sein und im Volke weit mehr Anklang finden würde, wenn unser ganzes Zeitalter sich nicht von der Natur entfernt und einem Dasein zugewendet hätte, worin die Kultur, die Kunst so sehr überhand genommen hat.

„Wo findet man noch Natur?“ rufen sie aus. „Wo findet man noch einen reinen Naturgenuß, den die Menschen nicht verkünstelt haben?“ „Wo ist noch ein Naturmensch zu finden, der nicht von der Kultur überfirnißt ist?“ „Wo kann man noch ein Feld, einen Wald, einen Bach, einen Strom erblicken, der so ist, wie er aus der Hand Gottes hervorgegangen?“ „Die Natur,“ so rufen sie, „ist untergegangen in der Künstelei des Menschen, der in ihr Bereich hineingepfuscht und seinen Nutzen oder Geschmack ihr aufzwingt. Wir sehen nichts mehr in der Welt, als höchstens die Wolken und den Sternenhimmel, wohin wir nicht gelangen können, in ihrer Natürlichkeit prangen. Wir haben uns von der Natur, wie sie ist, entfernt; wir leben in einem großen Meer einer künstlich erzeugten Umgebung, und deshalb wird auch,

trotz aller Mühe, die Kenntniß der Natur im Volke nicht recht Wurzel schlagen können!"

Die so sprechen, sind, unserer Ansicht nach, in einem schweren Irrthum befangen.

Die Natur, wie sie, nach dem Ausspruch dieser ihrer Fürsprecher, „aus der Hand Gottes hervorgegangen", wird mit Recht eine „Wildniß" genannt. Ein Leben in dieser Wildniß kann für wenige Stunden ergötzlich sein; ein ganzes Dasein in derselben aber würde den Menschen zu einem Sohn der Wildniß machen, der wenig das wilde Thier überragt. Der Mensch, der so der unzivilisirten Natur am nächsten steht, wird ein Knecht der Natur und kann als solcher seine wahre Bestimmung nicht erfüllen. Der Mensch aber, der die Natur in seiner ganzen Umgebung umbildet und umgestaltet, ist nicht „unnatürlich", sondern im Gegentheil: der Trieb, der ihn zwingt, der Natur außerhalb entgegenzutreten, ist ein ihm natürlicher Trieb, der ihm erst die wahre Menschenwürde verleiht.

Schon die ältesten Dichter der Schöpfungsgeschichte, schon die Dichter der Bibel haben mit richtigem Blick diese Wahrheit erkannt, und wenn sie erzählen, daß Gott den Menschen bei dessen Entstehung gesegnet und ihm geboten: „Erfüllet die Erde und bezwinget sie", so haben sie dadurch nur den richtigen Gedanken ausgesprochen, daß der Mensch ein Herr der Erde, der Natur und ihrer Erzeugnisse sein und auf ihre Umbildung und Umwandlung all' seine geistige Kraft verwenden soll!

Der Mensch soll die Natur nicht lassen, wie sie für sich selber waltet; es ist vielmehr seine Bestimmung, der Natur allenthalben den Stempel des menschlichen Schaffens aufzudrücken. Es liegt in seiner, in des Menschen Natur, daß er es als Zweck seines Daseins betrachte, die

Welt um sich her zu beherrschen. Er soll der Herr der Erde sein und es immer mehr werden. Er soll die Thiere des Waldes bewältigen und sie sich dienstbar machen. Er soll Berge ebnen, Ströme leiten. Er soll sich den Wind dienstbar machen, daß er ihm Mühlen treibe und Schiffe führe. Er soll den verheerenden Blitz zwingen, an seinem Hause vorüber zu ziehen. Er soll der Kälte eine künstlich erzeugte Wärme entgegensetzen. Er soll den Brand der Sonne durch künstliche Schatten mildern. Er soll der Ueberschwemmung der Gewässer künstliche Dämme entgegenstellen. Er soll die Kraft des Dampfes brauchen, um übermenschliche Kräfte zu entfalten. Er soll die Entfernungen durch Maschinen überwinden. Er soll den Flug elektrischer Ströme von Land zu Land zu seinen Boten machen. Er soll gebieten über die Natur außer ihm, er soll sie sich dienstbar unterwerfen und sich zum Herrn aufwerfen, zu welchem die Natur eben ihm das Recht und die geistige Kraft gegeben.

Nicht derjenige ist ein Naturmensch, der in die Natur nicht eingreift und sie über sich walten läßt, sondern der ist ein Naturmensch, ein wahrer Mensch, ein Mensch, wie ihn die Natur selber verlangt, der die Natur durch seinen Geist durchgeistigt, der ihr sein Gepräge aufdrückt und sie und ihre Kräfte zwingt, die Umwandlungen durchzumachen, welche man Kunst und Kultur nennt.

Mit einem Worte: die Kultur ist die Natur der Menschen.

Ist es demnach schon ein Irrthum, wenn man die Natur, wie sie aus der „Hand des Schöpfers" hervorgegangen ist, wenn man die „Wildniß" höher stellt, als die Welt des Menschen, als die Kultur, so ist es ein noch größerer Irrthum, wenn man glaubt, daß die Menschen

in der Kenntniß der Natur fortschreiten würden, wenn sie der unkultivirten Natur näher ständen.

Die Erfahrung lehrt das Gegentheil. Der Mensch, der die Natur nicht so lassen will, wie sie ohne ihn ist, hat erst recht die Anregung, die Gesetze der Natur kennen zu lernen. Denn der Mensch bewältigt die Natur nur durch die Gesetze der Natur. Will er ihr Herr sein, so muß er bei ihr selber in die Lehre gehen.

Wir glauben daher, daß die Kenntniß der Natur u. d ihrer Gesetze sich immer mehr ausbreiten wird, je mehr der Mensch in der Kultur vorschreitet, und daß auch im Volke diese Erkenntniß immer weiter vorschreiten wird, wenn man nur dahin wirkt, daß es die Gaben der Kultur schätzen und die Gesetze der Natur in derselben erkennen lernt. —

Und diese große, weltumgestaltende, bildende Wahrheit wollen wir an einem kleinen, scheinbar geringfügigen Beispiel darthun und einmal den tiefen Eingriff in die Natur und die Benutzung ihrer Gesetze an einem sehr gewöhnlichen Werkzeuge, an dem Bau und Wesen einer aller Welt schon bekannten „Schiebe-Lampe“ zeigen.

II. Die einzelnen Theile.

Es wird wohl Manchem sonderbar vorkommen, daß wir an ein so gewöhnliches Geräth, wie eine Schiebelampe, eine so hohe Betrachtung über die Kultur der Menschen anknüpfen; allein wir müssen daran erinnern, daß die Kultur eines Volkes, eines Landes und eines Menschengeschlechts nicht gemessen werden darf an ungewöhnlichen Geräthen und Kunstwerken, sondern gerade an den gewöhnlichen und gebräuchlichen.

Auch in unkultivirten Ländern giebt es Liebhaber von Seltenheiten und Verfertiger von Kunstwerken. Auch in Rußland findet man in Palästen der Reichen Gegenstände des Luxus und Werke der Kultur; wie weit aber würde man fehl greifen, wenn man die Kultur in Rußland nach dem Geschmack und der Ausstattung der einzelnen Prachtzimmer der Reichen abschätzen wollte! Nicht das Ungewöhnliche und Seltene, sondern das allgemein Benutzte und bis in die untersten Schichten des Volkes Verbreitete ist der richtige Maßstab für die fortgeschrittene Menschheit, und solch einen Maßstab bildet auch unsere Schiebelampe. —

Sie hat aufgehört, ein Gegenstand des Luxus zu sein, und ist ein sehr brauchbares Geräth des Hauses, des Arbeitstisches geworden. Sie ist aus den Gemächern des Reichen ziemlich verdrängt worden durch geschmackvolle und geschmacklose Uhr- und Kugel-Lampen und hat sich im Bürgerstande angesiedelt, der ihren Nutzen zu schätzen und ihre Vortheile zu würdigen mehr und mehr Gelegenheit hat.

Die Fabrikation derselben geht jetzt wirklich in's Unglaubliche, ein Zeichen, daß sie außerordentlich beliebt ist, ein Beweis, daß sie eben so angenehm wie nützlich ist. Weil dem aber so ist, weil sie in Jedermanns Händen ist, deshalb wollen wir an ihrer ganz vortrefflichen Einrichtung zeigen, wie viele naturwissenschaftliche Kenntnisse sich vereinigen mußten, um sie herzustellen, und wie sehr sie für Jeden, der gern in leichter Weise die Gesetze der Natur kennen lernt, geeignet ist, eine Quelle reicher Naturkenntniß zu werden.

Wir wollen einmal flüchtig die einzelnen Theile der Schiebelampe hier aufzählen, um sodann den besonderen

Nutzen und die sinnreiche Zusammenstellung derselben in naturwissenschaftlicher Beziehung vorführen zu können.

An einer Messingstange, die unten an einem breiten Fuß und an welcher oben ein Ring als Griff angeschraubt ist, läßt sich die eigentliche Lampe auf- und niederschieben und beliebig in jeder Höhe durch eine Schraube befestigen.

Die Lampe selber aber besteht aus einem Oelkasten von gewöhnlichem Weißblech. Wir meinen hiermit den Behälter, den man heraushebt, umkehrt, mit Oel füllt, wieder umstülpt und an seinen vorigen Platz bringt. Diesen Platz aber findet der Oelkasten in einem zweiten Behälter von Messingblech, der aufrecht steht und an welchem man nichts bemerkt, als daß er an irgend einer Stelle ein kleines Loch hat, das Vielen wohl als überflüssig oder gar als ein Fehler erscheinen mag. Wir werden sehen, daß dies Loch eine wichtige Bestimmung hat und mit ein wesentlicher Theil der Einrichtung ist.

Von diesem zweiten Behälter aus Messingblech führt ein Rohr nach vorn zu dem eigentlichen Brennrohr, das mit vielen besonderen Theilen versehen ist.

Vor Allem geht durch das äußere Rohr noch ein inneres hindurch, das oben und unten offen ist und das Luftrohr genannt wird. Am unteren Ende des Luftrohrs ist ein eigenes Näpfchen angeschraubt, wohinein das überfließende Oel abläuft; das Näpfchen ist eigentlich gebogen und mit Löchern versehen und wir werden wahrnehmen, daß nicht nur die Löcher ihre wichtige Bedeutung haben, sondern daß auch die Art, wie der Hals des Näpfchens gebogen ist, von wesentlichem Einfluß auf die Güte der Lampe ist, und daß selbst hierin eine sinnreiche Vorrichtung liegt.

Oberhalb des Brennrohrs ist der Zylinder-Kranz, der den Glas-Zylinder trägt. Auch dieser ist eigenthüm-

lich gearbeitet und könnte Vielen nur zur Zierde der Lampe so gearbeitet erscheinen; aber wir werden auch hier gewahren, daß jedes Streifchen dieses Kranzes seine wesentliche Bedeutung und Nützlichkeit hat, und er im Ganzen als eine treffliche Erfindung angesehen werden darf.

In dem Raum, der sich zwischen dem äußeren Brennrohr und dem inneren Luftrohr befindet, liegen noch zwei verschiedene Lampentheile. Ein frei hineingestelltes Rohr, welches seiner ganzen Länge nach einen Schnitt hat, und ein breiter Ring, an welchem der Docht befestigt wird, nehmen diesen Raum ein. Beide im Verein mit den übrigen Theilen haben eine so wohldurchdachte Einrichtung, daß man sie ein kleines mechanisches Kunstwerk nennen kann, zu dessen Einrichtung durchaus viel Geist gehört hat.

Endlich haben wir uns noch den Glas-Zylinder anzusehen, der unten breit ist; aber dort, wo die Spitze der Flamme hinkommt, plötzlich enger wird. Auch dies ist mit vielem Vorbedacht und mit gutem Grund so eingerichtet, so daß man nur sagen kann: wer die Einrichtung einer Schiebelampe genau begreifen will, der muß sich eine ganze Masse von Natur-Erscheinungen klar machen, und er wird dann sehen, daß sehr viel Geist in diesem gewöhnlichen Geräth unserer Häuser steckt!

III. Die Regelung des Oelstandes.

Wir wollen nunmehr zu der Erklärung all' der einzelnen Theile der Schiebelampe kommen, um zu zeigen, welch ein großer Aufwand von Geist und Kenntnissen dazu gehört, solch ein Geräth zu erfinden.

Wir haben gesehen, daß ein zwiefacher Oelbehälter angebracht ist; einer, der aufrecht wie ein Gefäß steht, und ein zweiter, in den man eigentlich das Oel hineingießt, den man aber umgekippt in den ersten Behälter hineinsteckt. Wozu ist das nöthig? Weshalb gießt man das Oel nicht einfach in den ersteren Behälter?

Zur Beantwortung dieser Frage muß man Folgendes wissen.

Eine Lampe brennt nur dann gleichmäßig und schön, wenn das Oel in derselben immer in der Nähe der Flamme steht. Zwar besitzt der Docht eine eigene Anziehungskraft, durch welche seine Fäden Flüssigkeiten aufsaugen und in die Höhe steigen lassen, wenn man auch nur das untere Ende des Dochtes damit befeuchtet. Diese Kraft findet man nicht nur an Dochten, sondern an allen Dingen thätig, welche aus Fäden, aus feinen Stäbchen, aus engen Röhrchen oder aus einzelnen Krümelchen zusammengefügt sind. Wenn man ein recht dünnes Glasrohr in ein Glas Wasser hineinstellt, so sieht man, daß das Wasser im Rohr bald höher steht als im Glase, und sich bis zu einer gewissen Stelle erhebt, die oft recht bedeutend ist. Es rührt diese Erscheinung her von der Anziehungskraft, die die Glaswände des Rohrs auf das Wasser ausüben, vereint mit der Anziehung, mit welcher jedes Tröpfchen Wasser das Nachbar-Tröpfchen festhält. Diese Erscheinung sieht man auch, wenn man ein Stück Zucker mit einer Ecke in eine Tasse Kaffee taucht. Es wird wohl schon Jeder bemerkt haben, wie schnell der Kaffee hinaufläuft und das ganze Stück Zucker durchzieht. Allein bei solchem Versuch wird man auch schon Gelegenheit gehabt haben zu bemerken, daß das Stück Zucker, wenn es nur etwas groß ist, oben weniger durchgefeuchtet wird als unten. Der Grund hiervon läßt sich auch leicht einsehen,

denn je höher die Krystall-Krümelchen des Zuckers die Flüssigkeit heben müssen, desto mehr wirken sie der Schwere, der Anziehungskraft der Erde entgegen und desto schwächer wird ihre Wirkung.

Mit dem Docht und dem Oel geht es ebenso.

Wird eine Lampe so gefüllt, daß das Oel oben am Docht, wo die Flamme brennen soll, steht, so findet die Flamme reichlich Oel vor und die Leuchtkraft ist gut. Nach und nach aber wird immer weniger Oel da sein: der Docht wird das Oel heben müssen und thut es auch; allein je länger es so fort geht, desto schwächer wird die Hebe-Kraft des Dochtes. Hierdurch wird die Flamme immer ärmlicher mit Oel gespeist und brennt deshalb immer trüber.

Man hat gar nicht wenige Versuche gemacht, die diesem Uebelstand abhelfen sollen; nichts aber ist so vortheilhaft und einfach, wie die Einrichtung, die die Schiebelampe mit ihrem zweifachen Oelbehälter hat.

Heben wir den einen Oel-Kasten heraus und besehen wir uns einmal seine Einrichtung. — Der Kasten aus gewöhnlichem Blech hat nur die eine offene Stelle, wo man das Oel hineingießt; aber an dieser Stelle ragt ein Draht hervor, der an eine kleine Platte befestigt ist, und hebt man Draht und Platte in die Höhe, so bemerkt man, daß die Platte von innen die Oeffnung des Kastens verschließt. So lose dieser Verschluß ist, so reicht er doch aus, um kein Oel ausfließen zu lassen, wenn man den Kasten mit Oel gefüllt umkehrt, sobald man nur während des Umkehrens die Platte an die Oeffnung gebracht hat. Es rührt dies daher, daß das Gewicht des Oeles auf die Platte drückt und sie an die Oeffnung preßt, so daß gewissermaßen das Oel sich selber den Ausgang versperrt.

Steckt man nun den Oelkasten in den Behälter, der

an der Lampe fest aufsitzt, so würde eigentlich kein Oel ausfließen; allein der Draht des Oelkastens stößt beim Hineinstülpen an den Boden des äußeren Behälters an, dadurch hebt sich die Platte auf und es fließt nun Oel in den mit dem Brennrohr in Verbindung stehenden äußeren Behälter.

Aber man kann sich, wenn man nach einer Weile wieder den Oelkasten heraushebt, leicht davon überzeugen, daß nur wenig Oel hinabfließt; und so muß es auch sein. Es darf immer nur so viel Oel hinabfließen, daß der Docht ungefähr einen halben Zoll aus dem Oel hervorragt, und die Einrichtung muß so sein, daß wenn etwas Oel abgebrannt ist, wieder gerade so viel von selber nachfließt und dadurch das Oel immer in gleicher Höhe in dem Brennrohr erhalten wird.

Wodurch aber wird dies hier bewirkt?

Um dies vollkommen einzusehen, muß man ein wichtiges Naturgesetz kennen lernen, das wir eben unsern Lesern hier vorführen wollen. Es ist dies das Gesetz des Luft-Druckes, dessen Wirkung von außerordentlicher Bedeutung in der ganzen Natur ist und worauf viele der wichtigsten Einrichtungen gegründet sind.

Wir beanspruchen daher von unsern Lesern ein klein wenig Geduld, denn wir werden in der nächsten Betrachtung unsere Lampe Lampe sein lassen und uns zu scheinbar ganz anderen Dingen wenden; aber wir versprechen dafür, daß jeder unserer aufmerksamen Leser bereichert durch eine wichtige Einsicht mit uns zur Lampe zurückkehren und uns hoffentlich Dank wissen wird, daß wir ihn ein Ding schätzen und achten gelehrt haben, worin unbeachtet viel Geist und Naturkenntniß steckt.

IV. Vom Druck der Luft.

Es ist gerade nicht leicht, sich einen richtigen Begriff von dem zu machen, was man den Luftdruck nennt, und von all' den Natur-Erscheinungen, die in Folge des Luftdruckes entstehen.

Um sich die Sache möglichst klar zu machen, muß man Folgendes erwägen.

Ein hohler Messing-Ballon, den man genau gewogen hat, wiegt um etwas leichter, sobald man aus demselben die Luft ausgepumpt hat. Es ist klar, daß er deshalb an Gewicht verloren, weil früher die Luft in demselben mitgewogen wurde, und man muß hieraus schließen, daß Luft ebenso gut ein Gewicht hat, wie jedes andere Ding in der Welt. Genaue Versuche haben gezeigt, daß ein Quart Luft etwa 15 Gran wiegt, daß also 16 Quart Luft erst ein Loth wiegen.

Ist dem aber so, so fragt es sich, wie ist es möglich, daß wir in der Luft leben können? Wir wandeln auf der Erde umher, und über uns ruht ein Luftmeer, das viele Meilen hoch ist. Wenn nun auch ein Quart Luft nur sehr wenig wiegt, so ist es doch klar, daß die ungeheuere Säule von Luft, die über uns schwebt, viele hundert Zentner schwer ist; woher kommt es, daß uns diese Masse nicht platt zu Boden drückt und todt preßt?

Die Antwort auf diese Frage ist, daß es mit dem Druck der Luft anders beschaffen ist, als mit dem Druck anderer Dinge.

Luft drückt anders als Flüssigkeiten, und Flüssigkeiten drücken ganz anderes als feste Körper.

Ein Beispiel wird das deutlich machen, was wir meinen.

Gesetzt, man will in ein viereckiges Gefäß einen pas-

sen'en großen Stein hineinthun. Soll nun das Gefäß nicht platzen, so muß der Boden desselben stark genug sein, den Stein zu tragen. Aber der Stein drückt eben nur auf den Boden, während die Seitenwände und der Deckel des Gefäßes keinen Druck auszuhalten haben und aus dem feinsten und schwächsten Papier gebaut sein könnten.

Wie aber, wenn man in ein solches Gefäß Wasser oder sonst eine Flüssigkeit hineinbringen wollte?—Gewiß sieht es Jeder ein, daß es hier nicht blos auf den festen Boden ankommt, sondern man muß auch die Wände fest genug machen, daß sie einen Druck des Wassers ertragen. Das Wasser, wie überhaupt jede Flüssigkeit, drückt nicht nur auf den Boden des Gefäßes, sondern auch auf die Wände desselben. Das heißt: die Flüssigkeiten drücken nicht nur abwärts, sondern auch seitwärts.

Noch anders ist es mit der Luft. Wenn ein Wassergefäß nur einen festen Boden und feste Wände hat, so kommt es gar nicht darauf an, wie stark man einen Deckel dazu macht. Ein Gefäß aber, worin man Luft hineinthun und absperren will, muß einen ebenso festen Deckel haben, wie Boden und Wände sind; denn bei der leisesten Veranlassung durch Ausdehnung oder Druck oder Pressung wird die Luft ebenso gut den Deckel, wie den Boden oder die Wände sprengen. Das heißt, wenn Luft drückt, drückt sie nicht nur nach unten und seitwärts, sondern auch aufwärts.

Mit kurzen Worten heißt all' dies wie folgt: Feste Körper, die nicht nach den Seiten ausweichen können, drücken nur abwärts. Flüssige Körper, die stets streben, nach allen Seiten hinzufließen, drücken abwärts und seitwärts; luftförmige Körper, die das Bestreben haben, sich

nach allen Richtungen hin auszudehnen, drücken abwärts, seitwärts und aufwärts.

Hieraus aber folgt, daß das Gewicht der Luft auf unseren Körper keineswegs etwa abwärts drückt, sondern der Druck ist von allen Seiten her gleichmäßig, ebenso aufwärts wie abwärts, ebenso von vorne wie von hinten, ebenso von rechts wie von links her. Die Luft, in der wir uns bewegen, ist freilich durch das Gewicht der über ihr lagernden ungeheuren Luftschicht gepreßt und preßt auch auf uns; aber weil eben dieser Druck nach allen Seiten gleichmäßig ist, gleicht er sich aus und vermag uns nicht nach irgend einer Seite hinzupressen.

Freilich wird man sagen: das ist ein schlechter Trost, wenn wir nur darum existiren können, weil wir gleichmäßig von allen Seiten gepreßt werden! — Woher aber kommt es, daß unser von allen Seiten gepreßter Körper nicht durch diese Pressung in sich selber zusammenkracht? Es rührt dies daher, weil sich in unserem ganzen Körper auch nicht Ein Fleckchen leerer Raum befindet. Allenthalben in unserem Körper befinden sich entweder Luft oder Flüssigkeit oder feste Bestandtheile. All' diese Theile sind ebenso stark in ihrer Pressung nach außen wie die Luft, die uns umgiebt, und dadurch herrscht zwischen den inneren Theilen des Körpers und der äußeren Umgebung der Luft ein Gleichgewicht, das den Druck der Luft unmerklich macht.

Daher kommt es auch, daß Reisende, die die höchsten Berge der Erde ersteigen, mit großen körperlichen Beschwerden zu kämpfen haben. Auf diesen Bergen nämlich ist, wie sich's von selbst versteht, der Druck der Luft viel geringer, wie auf flacher Erde, weil über diesen Bergen die Luftschicht nicht so dick ist wie am Fuß derselben. Der verminderte Druck der Luft von außen stört aber das

Gleichgewicht des Druckes, den der Körper ausübt, und die Reisenden fangen an Blut zu schwitzen, bekommen Nasenbluten, ja, es tritt Blut aus den Augen heraus und sie werden von einer Schwere in den Gliedern geplagt, die nicht vom Steigen herrührt, sondern von dem verminderten Druck der Luft.

Der Luftdruck ist daher nicht nur unschädlich und unmerklich für unseren Körper, sondern wir sind einmal so geschaffen, daß wir uns unter diesem Druck erst recht wohl fühlen!

V. Von der Wirkung und Messung des Luftdruckes.

Da die Luft alle Dinge auf der Erde von allen Seiten umgiebt und der Druck der Luft, wie wir gesehen haben, ebenso von allen Seiten her gleichmäßig wirkt, so giebt sich derselbe nirgends zu erkennen, und deshalb hatten auch die Menschen in früheren Zeiten keine Ahnung von diesem Drucke und seiner Wirkung.

Sobald man jedoch in irgend einer Weise einen Raum luftleer macht, erweist sich die Wirkung des Luftdruckes in außerordentlich starkem Maße.

Wenn man aus einem Medizinfläschchen ein wenig Luft saugt und ohne es vom Munde zu entfernen mit der Lippe die Oeffnung verschließt, so bleibt das Fläschchen an der Lippe hängen, während die Lippe in das Fläschchen sich hineinpreßt. Es rührt dies nicht her von einer Sauge-Kraft des leeren Raumes, wie man sich's in alten Zeiten dachte, sondern von dem Druck der Luft, der sofort zum Vorschein kommt, wenn die Luft im Fläschchen nicht den Gegendruck ausübt. Die äußere Luft preßt das

Fläschchen an die Lippe, und derselbe Luftdruck wirkt durch den Körper des Menschen und preßt die Lippe an der Stelle, wo sie mit dem luftverdünnten Raum in Berührung steht, in das Fläschchen hinein, so daß sie an einander haften bleiben. Die Kraft, die Fläschchen und Lippe zusammenhält, ist nicht etwa in dem Fläschchen, sondern wirkt von außen drückend auf dasselbe.

Man kann durch eine gut eingerichtete Luftpumpe auch größere Gefäße luftleer machen. Hierdurch hat man nicht etwa den Druck der Luft auf die Außenseite des Gefäßes erst hervorgerufen, sondern dieser war auch schon früher da; allein er war unwirksam, weil, so lange Luft im Gefäß war, der Druck von innen dem Druck von außen gleich kam. Jetzt, wo das Gefäß luftleer ist, fehlt der Gegendruck von innen, und wenn die Wände des Gefäßes nicht stark genug sind, so kracht es zusammen, als ob es von außen von allen Seiten her einen bisher nicht bestandenen Druck auszuhalten hätte.

Am leichtesten läßt sich die Wirkung des Luftdruckes erkennen, wenn man ein Rohr luftleer macht, dessen eines Ende in eine Flüssigkeit getaucht ist. Nimmt man z. B. ein hohles Rohr und taucht dessen unteres Ende in Wasser, während man am oberen Ende mit dem Munde die Luft aussaugt, so steigt das Wasser im Rohr in die Höhe. Es rührt dies nicht davon her, daß wir etwa wirklich Wasser auffsaugen, sondern es wirkt hierbei der Druck der Luft und der Umstand, daß wir die Luft aus dem Rohr entfernen und also an dieser Stelle den Luftdruck aufheben. Die Luft nämlich drückt auf die ganze Oberfläche des Wassers so, als ob eine Last darauf läge. Gäbe es irgend eine Stelle, wo das Wasser dem Druck nachgebend ausweichen könnte, so würde es dahin strömen; da es aber allenthalben gleichen Druck zu tragen hat, so

bleibt die Oberfläche glatt. So wie wir aber ein Rohr hineinstecken und von dieser Stelle die Luft durch Saugen entfernen, findet der Druck hier nicht statt und die Last, die das Wasser an allen Stellen rings um das Rohr zu tragen hat, preßt dasselbe in das Rohr hinein, woselbst kein Luftdruck existirt. Nicht unser Saugen hebt das Wasser in die Höhe, sondern der Luftdruck auf der ganzen Oberfläche des Wassers ist es, der dieses Steigen des Wassers im Rohr zu Wege bringt.

Wie hoch aber vermag der Luftdruck das Wasser in einem luftleeren Rohr steigen zu lassen?

Die Antwort hierauf wissen unsere Brunnenmacher ganz vortrefflich. Unsere Brunnen, die gewöhnlichen Pumpen, thun eigentlich auch nichts anderes, als daß sie die Luft eines Rohrs, das unten in's Brunnenwasser eintaucht, auspumpen. Nicht die Pumpen heben das Wasser in dem Brunnen in die Höhe, sondern der Luftdruck ist es, der das Wasser in das von der Pumpe luftleer gemachte Rohr steigen läßt. Weil dem aber so ist, so weiß es auch jeder Brunnenmacher, daß der Brunnen-Kessel nicht zwei und dreißig Fuß tief unter der Erde liegen darf, wenn die Pumpe wirksam sein soll.

Der Luftdruck vermag das Wasser nur zwei und dreißig Fuß hoch zu heben; ist das Rohr länger, so bleibt das Wasser in der angegebenen Höhe stehen und kümmert sich um den sonstigen leeren Raum der Röhre nicht.

Der Grund hiervon läßt sich leicht einsehen. Da das Steigen des Wassers in einem leeren Rohr nur herrührt von dem Druck der Luft, die jede Stelle des Wassers zu tragen hat, von welcher jedoch die, wo das Rohr eintaucht, befreit ist, so wird das Steigen aufhören, so bald die Wassersäule im Rohr so hoch ist, daß sie ebenfalls eine solche Last bildet, wie der Luftdruck. Und dies ist

der Fall, wenn die Wassersäule zwei und dreißig Fuß hoch ist. Das heißt mit anderen Worten: die Luft drückt auf jede Stelle der Erde und aller Gegenstände, mit denen sie in Berührung kommt, gerade so stark wie eine ebenso große Säule von zwei und dreißig Fuß Wasser!

Die Luft ist zwar sehr hoch und auf einem Quadrat-Zoll Fläche ruht eine Luftsäule, die ganz unzweifelhaft mehrere Meilen hoch ist; allein Luft ist leicht und sie wird in der Höhe immer dünner, so daß die ganze Säule doch nur soviel Gewicht hat, wie eine Säule Wasser, die einen Zoll breit und dick und zwei und dreißig Fuß hoch ist. Eine solche Säule wiegt aber circa 15 Pfund, folglich weiß man, daß eine Säule Luft von einem Quadrat-Zoll Durchmesser von der Erde ab bis zur Höhe, wo die Luft aufhört, doch nur 15 Pfund wiegt.

VI. Einige hauptsächliche Erscheinungen des Luftdruckes.

Da man nun weiß, wie stark die Luft auf jeden Quadrat-Zoll drückt, so kann man sehr leicht den Luftdruck und alle Erscheinungen, die er hervorruft, mit größter Genauigkeit berechnen.

Durch den Luftdruck steigt nicht nur Wasser in einem luftleeren Rohr in die Höhe, sondern auch jede andere Flüssigkeit. Ist die Flüssigkeit leichter als das Wasser, so steigt sie auch höher als Wasser: gäbe es z. B. eine Flüssigkeit, die nur halb so schwer ist wie Wasser, so würde sie 64 Fuß hoch in einem luftleer gemachten Rohr steigen. Ist die Flüssigkeit schwerer als Wasser, so wird sie im luftleer gemachten Rohr in demselben Maße weniger hoch steigen wie das Wasser.

Hierauf gründet sich eines der interessantesten und wichtigsten naturwissenschaftlichen Instrumente, das Gelehrte und Ungelehrte zu schätzen wissen; wir meinen das Barometer.

Quecksilber ist bekanntlich ein flüssiges Metall, und dieses Metall ist vierzehn mal schwerer als Wasser. Es ist klar, daß der Luftdruck nur im Stande ist, eine vierzehnmal kleinere Masse von Quecksilber in die Höhe zu treiben als Wasser; und da Wasser zwei und dreißig Fuß hoch steigt, so folgt daraus, daß das Quecksilber in einem luftleeren Rohr nur etwa acht und zwanzig Zoll hoch steigen wird.

In der That kann man den Versuch leicht ausführen, um sich von der Wahrheit des Luftdruckes zu überzeugen. Steckt man ein langes Glasrohr mit dem unteren Ende in ein Gefäß mit Quecksilber und saugt man am anderen Ende, so steigt das Quecksilber in die Höhe; aber was man auch anwenden mag, es wird niemals höher als acht und zwanzig Zoll steigen. — Nimmt man ein Glasrohr von einigen dreißig Zoll Länge, das nur von einer Seite offen ist, füllt dies mit Quecksilber, hält die Oeffnung mit dem Finger zu, kehrt das Rohr um und stellt es mit dem offenen Ende in eine Schale mit Quecksilber, so kann man den Finger, der die Oeffnung verschließt, wegnehmen und man wird beobachten, daß freilich das Rohr nicht voll bleibt, sondern ein Theil des Quecksilbers ausfliegt; aber nur gerade so viel, daß immer noch im Rohr eine Quecksilber-Säule von acht und zwanzig Zoll bleibt. Da das Rohr aber einige dreißig Zoll lang ist, so wird über dem Quecksilber im Rohr ein leerer Raum bleiben und man wird den Stand des Quecksilbers im Rohr mit Leichtigkeit beobachten können.

Denken wir uns nun ein solches Rohr und hinter dem-

selben ein Brettchen, woran man mit einem Strich den Ort bezeichnet, wo das Quecksilber steht, so wird dies die Stelle sein, bis wohin der Luftdruck die Quecksilber-Säule treibt.

Nun ist aber die Luft nicht immer gleich schwer und je nach der Witterung und der Tageszeit nimmt der Druck der Luft zu oder ab, desgleichen ist, wie sich denken läßt, in den Thälern der Luftdruck stärker als auf hohen Bergen; Regen und Stürme verändern gleichfalls den Druck der Luft. Da es jedoch der Druck der Luft ist, der dem Quecksilber im Rohr seinen Stand anweist, so ist es klar, daß wenn die Luft schwerer ist, auch das Quecksilber höher hinaufgedrückt wird; wird die Luft leichter, so sinkt die Quecksilber-Säule im Rohr. Man hat also eigentlich an solchem Rohr einen guten Maßstab, um zu sehen, ob und welche Veränderungen in der Luft vorgehen, und das eben ist ein Barometer, oder ein Instrument, um den jedesmaligen Druck der Luft zu messen. Eine Messung, die für den Gesundheitszustand vieler Menschen, für die Kenntniß der Witterungs-Verhältnisse und für die Messung von Höhen und die anderweiten naturwissenschaftlichen Zwecke von der größten Wichtigkeit ist.

Man kann sich aber in noch viel leichterer Weise von der Wirkung des Luftdruckes überzeugen.

Man fülle ein Glas mit Wasser und decke es mit einem Blättchen starken Papiers zu, das nicht leicht Feuchtigkeit in sich aufsaugt. Legt man dann die Hand auf das Papier, so kann man das Glas umkehren und mit der Oeffnung nach unten auf der Hand stehen lassen. Ja, wenn man es vorsichtig aufhebt, bleibt das Papier an dem Glase haften und das Wasser fließt nicht aus.

Würde man dies mit einem leeren Glase machen, so würde das Papier sofort beim Umkehren des Glases ab-

fallen; obwohl nun beim gefüllten Glase sowohl die Schwere des Papiers, wie die des Wassers dies zur Erde hinabzieht, geschicht es dennoch nicht, weil im Glase Luft fehlt und der Luftdruck von außen das Papier an das Glas derart preßt, daß es das Fallen desselben und das Ausfließen des Wassers verhindert.

Ueberhaupt fließt keine Flüssigkeit aus einem Gefäß aus, sobald man nicht Raum läßt, daß statt der Flüssigkeit Luft in das Gefäß eindringt.

Will man aus einem gefüllten Faß Flüssigkeit aus dem Krahn ablassen, so muß man oben den Spund des Fasses öffnen, damit Luft eintreten kann. — Kehrt man eine gefüllte Flasche um und läßt das Wasser auslaufen, so kluckert es, das heißt: es strömt abwechselnd Luft in die Flasche ein und Flüssigkeit aus. — Trinkt man aus einer vollen Flasche und drückt sie dabei an den Mund, so hört der Inhalt auf zu fließen; man muß absetzen, um Luft einzulassen. —

Mit Einem Worte: ein Gefäß giebt keine Flüssigkeit von sich, sobald man es verhindert, daß Luft in dasselbe einströmt.

VII. Wir kehren zur Lampe zurück.

Nachdem wir nun so weit gekommen sind nachzuweisen, daß durch die Wirkung des Luftdrucks keine Flüssigkeit aus einem Gefäß ausfließt, sobald nicht statt derselben Luft eindringen kann, sind wir im Stande, zur Lampe zurückzukehren und die Vorrichtung derselben zu betrachten, welche es verhindert, daß das Oel in dem Brennrohr zu hoch oder zu niedrig stehe.

Wie wir wissen, stülpt man den Oelkasten, mit Oel gefüllt, umgekehrt in den äußeren Behälter hinein. Da der Draht unten auf dem Boden des äußeren Behälters aufstößt, öffnet er dem Oel einen Abfluß und es fließt dasselbe heraus und in den äußeren Behälter. Dieses Ausfließen geschieht nicht ruhig und gleichmäßig, sondern es erfolgt unter Pausen, wo bald Luft in den Oelkasten hinaufdringt und bald Oel abfließt. Deshalb hört man auch ein Gluckern des Oels, ganz ähnlich, wie wenn man eine volle Bierflasche umkehrt und auslaufen läßt.

Allein trotzdem die Oeffnung des Oelkastens nunmehr unverdeckt ist, hört doch bald das Ausgießen des Oels auf; und zwar geschieht dies dann, wenn das Oel im äußeren Behälter bis an die Oeffnung des Oelkastens gestiegen ist. Sowie dies der Fall ist, kann keine Luft in den Oelkasten steigen und das Oel bleibt deshalb, trotzdem daß das Gefäß umgekehrt und die Oeffnung unten offen ist, im Oelkasten stehen.

Man kann sich durch folgenden, sehr überzeugenden Versuch über die Richtigkeit dieses Zustandes belehren.

Man nehme eine größere Medizinflasche, fülle sie mit Wasser, lege ein Stückchen Schreibpapier auf die Oeffnung und kehre, während man das Blättchen festhält, die Flasche um. Das Blättchen wird die Oeffnung verschließen und kein Wasser ausfließen lassen, selbst wenn man es losläßt. Nun halte man die Flasche umgekehrt in eine Untertasse und zwar nahe an den Boden derselben und ziehe das Papierblättchen fort; sogleich werden Luftblasen in die Flasche aufsteigen und Wasser wird ausfließen. Sobald jedoch das Wasser in der Untertasse so weit gekommen ist, daß die Oeffnung der Flasche unter Wasser steht, vermag keine Luft einzuströmen und das Wasser wird in der Flasche bleiben.

Die Flasche kann tagelang so gehalten werden und es wird nicht ein Tropfen Wasser mehr in die Untertasse fließen. Sobald man jedoch das Wasser in der Untertasse mit einem Theelöffelchen ausschöpft und dadurch dasselbe so vermindert, daß die Oeffnung der Flasche wieder außer Wasser kommt, in demselben Augenblick wird die Luft in die Flasche dringen und wieder so viel Wasser in die Untertasse fließen lassen, bis wieder die Oeffnung der Flasche durch das Wasser verschlossen ist.

Wer diesen leichten Versuch macht, wird einsehen können, wie es ganz natürlich ist, daß gerade immer so viel Wasser aus der Flasche ausfließt, wie man mit dem Theelöffelchen aus der Untertasse entfernt hat, und er wird sofort von selbst einsehen, welche Rolle der umgekehrte Oelkasten und dessen äußerer Behälter bei unserer Lampe spielt. —

Der Oelkasten verhält sich mit dem Oel ganz so, wie die Medizinflasche mit Wasser. Der äußere Behälter versieht die Rolle der Untertasse. Zwar wird bei der Lampe kein Oel mit einem Theelöffel ausgeschöpft; aber dafür ist der Docht da, der das Oel zur Flamme führt. Durch das Brennen der Flamme wird immerfort ein wenig Oel aus dem äußeren Behälter entfernt und dies macht, daß nach einer Weile das Oel im äußeren Behälter sinkt und dadurch die Oeffnung des Oelkastens nicht mehr vom Eintritt der Luft abgeschlossen ist. Sowie dies geschieht, steigt eine Luftblase in den Oelkasten hinauf und es fließt ein wenig Oel wieder aus. Das Oel im äußeren Behälter steigt dadurch und verschließt wieder die Oeffnung des Oelkastens und setzt dem weiteren Ausfließen des Oels eine Grenze.

Nunmehr wird auch Jedermann einsehen, daß das kleine Loch im äußeren Behälter nicht überflüssig ist.

Wäre dies nicht da, so würde die Luft nicht in den äußeren Behälter eintreten können, da die obere weite Oeffnung durch den Rand des Oelkastens oft ganz fest verschlossen ist, zumal wenn sich ein wenig Oel auf dem Rande festsetzt. Das Loch also spielt eine wichtige Rolle, es ist der Kanal, durch welchen der so bedeutend wirksame Luftdruck seinen wesentlichen Einfluß ausübt.

Das Sinnreiche der ganzen Vorrichtung wird erst recht klar, wenn man bedenkt, was man eigentlich hier vor sich hat.

Die Aufgabe ist, daß man eine Lampe mache, wo das Oel immer gleich hoch steht, es mag davon viel oder wenig durch die Flamme verzehrt sein. Wollte man dies durch Zugießen erreichen, so müßte man alle Minuten so viel Oel zuschütten, als abgebrannt ist. Durch diese Vorrichtung aber macht sich das Alles von selbst. Die Flamme verzehrt Oel und öffnet dadurch der Luft den Eintritt in den Oelkasten. Hierdurch fällt Oel heraus und verschließt wieder die Oeffnung des Oelkastens und es findet eine so schöne regelmäßige Regulirung des Oelstandes statt, wie man sie durch das sorgfältigste Nachgießen nicht erreicht haben würde.

VIII. Das Brennrohr.

Nachdem wir die interessante Einrichtung kennen gelernt haben, durch welche sich die Lampe selbst den Oelstand regulirt, wollen wir uns zu dem Brennrohr wenden, um dessen mechanische Beschaffenheit gleichfalls kennen zu lernen.

Zu diesem Zwecke wollen wir die Glasglocke und den Cylinder abnehmen, am Cylinder-Halter so lange drehen,

bis der Docht ganz aus der Lampe steht und diesen sammt dem Ring, worauf er befestigt ist, herausheben. Sodann wollen wir den Cylinder-Halter gleichfalls abnehmen und endlich auch das hohle Rohr, das in dem Brennrohr steht, aus demselben herausheben.

Nachdem wir das gethan haben, sind wir im Stande, in das Brennrohr besser hineinzublicken, und da sehen wir denn, daß das Oel zwischen den Wänden zweier Röhren steht, von denen das äußere mit dem Oelbehälter in Verbindung steht, während das innere Rohr eigentlich nur ein oben und unten offener Cylinder ist, der durch den Mittelraum des äußeren Rohres gesteckt ist. Besehen wir uns nun die Wände, zwischen welchen sich das Oel befindet, genauer, so finden wir, daß die eine Wand, die weitere, glatt ist, während in der engeren Wand ein Schraubengang ausgeschnitten ist, der wie das Gewinde eines Pfropfenziehers aufwärts läuft. Um den Zweck dieses Gewindes kennen zu lernen, muß man den Dochtring genauer besehen und da wird man entdecken, daß dieser keineswegs glatt ist, sondern daß sich zwei kleine Zapfen an ihm befinden, der eine ist auf der Außenseite, der andere auf der Innenseite angebracht. — Die Bedeutung des äußeren Zapfens werden wir sofort kennen lernen; als die Bestimmung des inneren Zapfens ergiebt sich leicht, daß er eigentlich in dem Schraubengang zu laufen bestimmt ist, der im inneren Rohre ausgeschnitten.

Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur versuchsweise den Dochtring sammt dem Docht auf das innere Rohr aufzusetzen; so wird man finden, daß der Dochtring, obgleich er weiter ist, als das innere Rohr, doch nicht glatt hinunterrutscht, daß sich vielmehr nach einigem Hin- und Herdrehen der innere Zapfen des Dochtrings in den Schraubengang des Rohrs legt und daß sich nun

bei einer kleinen Nachhilfe der Dochtring drehend hinunter begiebt, ähnlich wie eine Schraube abwärts steigt, wenn sie richtig gedreht wird. Ist er ein wenig hinuntergegangen, so kann man denselben nicht wieder glatt herausziehen, sondern man muß rückwärts drehen, wie wenn man eine Schraube ausziehen will, und man wird bemerken, daß auch richtig der Docht wieder aufsteigt und zwar deshalb, weil sich der innere Zapfen am Dochtring nur im ausgeschnittenen Schraubenring aufwärts bewegen kann.

Man kann jetzt bei einiger Wiederholung recht deutlich sehen, wie man den Docht beliebig aufwärts und abwärts zu schrauben vermag, oder richtiger, wie man den Zapfen des Ringes aufwärts und abwärts in dem Schraubenlauf schiebt, wenn man nur den Docht, oder richtiger dessen Ring, in gehöriger Richtung dreht.

Wie aber soll man das bewerkstelligen, wenn der Ring im Oel steht und die Lampe im Brennen ist?

Zu diesem Behuf dient das hohle Rohr, das im Brennrohr gestanden hat, und das von oben bis unten einen Schnitt hat. In diesen Schnitt nämlich paßt der äußere Zapfen des Dochtringes hinein. Dreht man nun das hohle Rohr rechts oder links, so nimmt dies den Zapfen mit und der Dochtring muß sich gleichfalls nach der beliebigen Richtung drehen. Der Dochtring ist also mit seinen zwei Zapfen eingezwängt; mit dem inneren muß er im Schraubengang laufen, mit dem äußeren in dem geraden Ausschnitt des hohlen Rohrs; und wenn man nun dieses Rohr bequem drehen kann, ist die Auf- und Abwärtsbewegung des Dochtes leicht zu bewerkstelligen.

Wer mit einer Schiebelampe umgeht, der muß wohl Acht geben, daß die beiden Zapfen des Dochtringes beim Anmachen eines neuen Dochtes an ihre Stelle kommen,

das heißt, daß der innere Zapfen in den Schraubenlauf des inneren Rohres und der äußere Zapfen in den Ausschnitt des hohlen Rohres eingesetzt wird. Thut man das, so kann man sicher sein, Jahre lang an solcher Lampe keiner Reparatur zu bedürfen, wenn sie nur sonst fest gebaut ist. Durch Drücken, Pressen und gewaltsames Drehen kommen zwar die Zapfen meist an ihre richtige Stelle, aber sie werden lose, schleifen sich ab und verursachen dann Unannehmlichkeiten und Kosten.

Hat man nun das hohle Rohr an Ort und Stelle gebracht, so bemerkt man, daß es oben, wo die Flamme ist, mit zwei gegenüberstehenden Zapfen auf dem Brennrohr aufliegt; in diese zwei Zapfen passen zwei Ausschnitte des Cylinder-Halters, und setzt man diesen auf und dreht ihn, so dreht er das hohle Rohr, das hohle Rohr dreht den Dochtring, der Dochtring muß dadurch im Schraubengang laufen und so den Docht nach Belieben steigen und sinken lassen.

Wenn man von dem Reguliren des Oelstandes sagen muß, daß man hier eine sinnreiche Einrichtung vor sich hat, so muß man von der Einrichtung des Brennrohrs und seiner Theile sagen, daß man an ihm ein kleines mechanisches Kunstwerk besitzt, das viel Nachdenken gekostet hat, bevor man es so herzustellen im Stande gewesen ist.

IX. Der Lichtstrom und die Verbrennung.

Nachdem wir die mechanische Einrichtung des Brennrohrs kennen gelernt haben, wollen wir uns zu der Einrichtung des Luftzuges wenden, um zu zeigen, wie auch hier Alles auf naturwissenschaftlichen Prinzipien beruht

und ein Werk derart nur möglich wurde, nachdem die Wissenschaft die Gesetze des Verbrennens näher erforscht hat.

Daß Feuer nur erhalten werden kann beim freien Zutritt der Luft, weiß jetzt schon jede Köchin: welche Rolle aber die Luft hierbei spielt, haben zwar Viele schon einmal gehört, aber doch noch viel zu Wenige begriffen.

Man kann jetzt unumstößlich den Beweis führen, daß es der eine Bestandtheil der Luft, der Sauerstoff ist, der eigentlich die Verbrennung möglich macht, denn jeder Gegenstand, der verbrennt, thut dies eben nur, indem er sich mit dem Sauerstoff der Luft chemisch verbindet. Alle Arten von Verbrennungen sind nichts als chemische Vorgänge, und ein Hauptbestandtheil zu diesem chemischen Vorgange ist der Sauerstoff der Luft.

Nun aber ist unsere Luft ein Gemisch, in welchem nur der fünfte Theil aus Sauerstoff besteht. Dieses Fünftel unterhält zwar die Verbrennung unserer gewöhnlichen Brennmaterialien; aber diese Verbrennung ist durchaus eine sehr unvollkommene. Bei allen unsern gewöhnlichen Feuern auf dem Heerde wie im Ofen geht ein kostbarer Theil des Brennmaterials als Rauch verloren, denn der Rauch besteht aus feiner Kohle, welche ein vorzügliches und sehr heißes Feuer liefert, wenn man es nur versteht, dessen Verbrennung zu befördern. Die Köchinnen wissen zwar, daß das Feuer, wenn es nicht recht brennen will, dicken Rauch verbreitet, und sie haben es durch Erfahrung gelernt, daß ein Anblasen des Feuers mit dem Munde oder dem Blasebalg den Rauch vertilgt und die helle Flamme aufschlagen läßt. Trotzdem ist im allgemeinen die Feuerung bei uns noch sehr im Argen und so lange man noch aus den Schornsteinen der Privathäuser und Fabriken den Rauch aufsteigen sieht, so lange herrscht

noch eine furchtbare Verschwendung im Haushalt und eine schädliche Belästigung der Gesundheit.

Es bedarf nur einer richtigen Behandlung der Feuerung, und zwar einer tüchtigen Zuführung eines Luftstromes in's Feuer, um den Rauch ganz zu vertilgen und eine große Ersparniß wie eine Wohlthat für die Menschen zu erzeugen. Bisher hat man in Berlin nur wenige Fabriken, die eine vollständige Verbrennung des Rauches erzielen und deren Schornsteine der Nachbarschaft keine Beschwerde verursachen. In London ist man in dieser Beziehung weiter vorgeschritten und darf die Hoffnung hegen, bald über den Häusern dieser Stadt nichts mehr von jenem Beweis der Unkenntniß und der Verschwendung zu entdecken.

Auch Oel verbrennt in gewöhnlichen Fällen unter Verbreitung von Rauch oder Lampenruß. Zieht man den Docht einer gewöhnlichen Küchenlampe nur ein wenig in die Höhe, so qualmt oder blakt sie, und dies rührt nur daher, daß der Sauerstoff der umgebenden Luft nicht ausreicht, sich mit allen Theilen des Brennmaterials zu verbinden, weshalb ein werthvoller Theil des Brennmaterial als Ruß unverbrannt fortgeht.

Dem Uebel könnte man freilich dadurch abhelfen, daß man stets Luft zubläst; aber diese Abhilfe ist unpraktisch und kann nur mit Erfolg geschaffen werden, wenn man die Einrichtung trifft, daß die Flamme selbst dies Geschäft übernimmt, und dies ist in der Schiebelampe wie in der Astrallampe in sehr vorzüglichem Maße der Fall.

Um dies einzusehen, muß man eine ganze Reihe naturwissenschaftlicher Gesetze kennen lernen, von denen die hauptsächlichsten folgende sind:

Erstens: die Wärme dehnt alle Dinge aus, und am

meisten ist dies bei Luft der Fall. Warme Luft ist weit ausgedehnter als kalte.

Zweitens: die ausgedehnte Luft ist leichter, als die nicht ausgedehnte. Drittens ist Luft ein schlechter Leiter der Wärme, das heißt, sie giebt die Wärme, die sie aufgenommen hat, nicht so schnell ab; endlich viertens ist es eine Folge des Luftdrucks, daß leichte Luft immer nach oben steigt, sobald sie sich im Bereich schwerer Luft befindet.

Was wir hier in wenigen Worten als Naturgesetze angegeben haben, läßt sich vollständig beweisen. Freilich kann der gründliche Beweis für all' das nur in ausführlichen Erörterungen gegeben werden; allein es haben so unendlich viele Beispiele im Leben diese Naturgesetze schon zu so bekannten Dingen in der Welt gemacht, daß die Leser uns sicherlich die Beweise hierfür erlassen und sich mit den Resultaten begnügen werden, welche diese Naturgesetze bei der Regulirung des Luftzuges an der Lampe im nächsten Abschnitt zeigen werden.

X. Die Regelung des Luftzuges.

Um eine vollständige Verbrennung des Oels in der Lampe hervorzubringen, ist an derselben sowohl der Zylinder, wie der Zylinder-Halter, und ebenso das enge Luftrohr, das mitten im Brennrohr befestigt, wie endlich das Abguß-Gefäß, das an dasselbe angeschraubt ist, in vollkommen sinnreicher Weise eingerichtet.

Durch das Zusammenwirken all' dieser einzelnen Theile ist die Zuführung frischer Luft zur Flamme dieser selbst und der Luft übertragen worden.

Das Hauptsächlichste in dieser Vorrichtung läßt sich leicht übersehen. Die Flamme ist eingeschlossen in einen Zylinder, der unten und oben offen ist und in welchem sich also stets Luft befindet. Durch die Hitze der Flamme wird die im Zylinder befindliche Luft heiß, und da sie dadurch ausgedehnt und also leichter wird als kalte Luft, steigt sie zur Höhe und strömt oben aus dem Zylinder hinaus. Durch die Wirkung des Luftdrucks aber tritt von unten frische kalte Luft in den Zylinder hinein, deren frischer Sauerstoff wieder zur Verbrennung dient. Diese Luft jedoch wird sofort wieder durch die Hitze verdünnt und muß daher wieder oben ausströmen, wodurch sie wiederum einem neuen Luftstrom Platz macht, so daß so lange die Flamme brennt, ein fortdauerndes Einströmen frischer Luft von unten und ein Ausströmen verbrauchter Luft von oben hervorgerufen und somit die Verbrennung im hohen Grade befördert und eine stets reine, helle Flamme unterhalten wird.

Man braucht nur den Zylinder während des Brennens der Lampe abzunehmen, um zu sehen, was eigentlich der Vortheil dieser Einrichtung ist und wie der Zylinder im vollen Sinne des Wortes ein Sparmittel des Brennmaterials ist. Ohne Zylinder brennt die Flamme flackrig und rußig, sie blakt, das heißt, sie setzt eine Masse unverbrannten Kohlenstoffs ab. Es findet also eine unvollständige Verbrennung statt, bei der ein wesentlicher Theil des Brennmaterials verloren geht. Zudem ist die Flamme röthlich und leuchtet sehr wenig. — Es tritt hierbei zwar Sauerstoff an die Flamme, aber nicht genug, um die schwer verbrennliche Kohle zur Weißglühhitze zu bringen. Setzt man jedoch den Zylinder auf, so hört sofort das Flackern und Blaken auf, die Kohle, der Ruß verbrennt in dem reichlich zuströmenden Sauerstoff und bringt eine

weiße, helle Flamme hervor, die für den gewöhnlichen Bedarf nichts zu wünschen übrig läßt.

Dieser hauptsächliche Vorzug der Einrichtung ist aber von so vielen vorzüglichen Einzelnheiten unterstützt, daß wir sie nicht übersehen dürfen.

Vor Allem findet ein doppelter Luftstrom statt. Der Zylinder-Halter ist nämlich dort, wo der Rand des Zylinders steht, ebenfalls offen, so daß von hier ein Luftstrom der äußeren Seite der kreisrunden Flamme zugeführt wird. Zu diesem einen Strom kommt aber noch ein zweiter, ein Hauptstrom, der durch die Löcher des angeschraubten Abguß-Gefäßes strömt, von hier in das enge Luftrohr zieht, dessen Ende mitten in die Flamme führt, so daß die Luft mitten durch den Lichtkreis geht. Die Flamme, in solcher Weise von innen und außen mit Luft gespeist, brennt daher in einem schönen, hellen Lichte.

Von der Wirkung beider Luftströme kann man sich leicht durch einen Versuch überzeugen. Deckt man die unteren Oeffnungen des Zylinder-Halters zu, so beginnt die Flamme zu flackern, und zwar erweitert sich hierbei die Spitze der Flamme und setzt Ruß an den Zylinder ab; hält man die Löcher des angeschraubten Abguß-Gefäßes zu, so spitzt sich die Flamme und der Ruß steigt in gerader Linie auf.

Wie sich denken läßt, hat die Höhe und die Weite des Zylinders wesentlichen Einfluß auf das Leuchten der Lampe. Ist der Zylinder zu hoch, so strömt die Luft nicht schnell genug aus und läßt nicht schnell genug frische Luft ein, wodurch die Flamme leidet; ist er zu kurz, so strömt die Luft so schnell aus, daß die Wirkung derselben gestört ist. Das Maß, das jetzt der Zylinder der Schiebelampe hat, ist so ziemlich das richtige und darf ohne Nachtheil nicht überschritten werden.

Daß auch die Weite des Zylinders von Einfluß ist, läßt sich leicht denken. Die Luft muß durch die Flamme streichen; die nebenherziehende Luft stört durch Abkühlung mehr als sie fördert; und deshalb muß der Zylinder auch dort, wo die Spitze der Flamme, wo sie am heißesten ist, plötzlich enger werden, damit die breit einströmende Luft recht gedrängt und kräftig an die Flamme gelangt und ihr Werk daselbst verrichtet. — In dieser Beziehung sind nicht alle Zylinder, die jetzt käuflich sind, gleich, sondern man muß wohl Acht geben, daß gerade die Verengung des Zylinders nicht zu hoch über der Flamme stattfindet, was öfter das Platzen der Zylinder veranlaßt, ohne daß der Zweck der Verengung erreicht wird.

Endlich müssen wir noch die Form des Abguß-Gefäßes, die Art, wie die Löcher daran angebracht sind, als sehr zweckentsprechend bezeichnen. Das Gefäß ist so eingerichtet, daß wenn es vom überfließenden Oel voll ist, die Lampe selbst das Zeichen giebt, daß man dem Uebel abhelfen soll. Die Form des Gefäßes und dessen Löcher sind nämlich so, daß das Oel im Abguß die Löcher verstopft, ohne überzufließen. Hierdurch verstopft sich der Luftzug und die Lampe fängt an zu blaken und mahnt von selbst, daß man das Oel vom Abguß entfernen müsse.

XI. Schlußbetrachtung.

Wohl mancher unserer Leser mag im Zweifel darüber gewesen sein, ob denn wirklich die Schiebelampe ein geeignetes Thema sei für eine Betrachtung aus dem Reich der Naturwissenschaft; wir glauben indessen gezeigt zu haben, daß einerseits die Einrichtung derselben nur erdacht werden konnte von Männern, welche von den Prinzipien

der Naturwissenschaft ausgingen und andererseits Niemand eine richtige Einsicht in das Wesen der bereits so gewöhnlich gewordenen Lampe haben kann, dem diese Prinzipien fremd sind.

Wir wünschen aber zum Schluß an dieses Thema noch eine Betrachtung anzuknüpfen, die gerade in vieler Beziehung die wesentlichste und wichtigste ist. Diese Betrachtung ist in den Worten ausgedrükt: „Im Bereich der menschlichen Gesellschaft erhebt sich die Natur zur Kultur."

Der Mensch ist schon erhaben über das Thier, indem er sich Genüsse zu erzeugen im Stande ist, die dem Thiere versagt sind, sobald sie die Natur ihm nicht bietet. Selbst der Wilde, der in den Abendstunden, wo das Licht der Natur geschwunden ist, sich ein Feuer anzündet und in dieser künstlichen Beleuchtung einen Ersatz für das Licht des Tages sucht und findet, zeigt sich durch diese Thatsache allein schon als ein Wesen höherer Art, welches nicht abhängig sein mag von der Ordnung der Natur, der sich kein Thier zu widersetzen vermag. Das Thier ist ein vollkommener Sklave der Natur; der Mensch, selbst die wildeste und roheste Menschengattung, sucht durch künstliche Vorrichtungen sich von den Regeln der Natur unabhängig zu machen.

Zwar ist der Mensch genöthigt, bei all seinen Künsten zur Bekämpfung der Natur wieder zu der Natur seine Zuflucht zu nehmen; aber er thut es im dunklen Bewußtsein, ein Herr der Natur zu sein. Er bekämpft die Finsterniß, weil er sich nicht dem Gesetze der Natur unterwerfen und nicht das Nachtlager suchen will, sobald die Sonne nicht mehr leuchtet. Und sieht er sich auch hierbei genöthigt, das Leuchtmaterial von der Natur zu entlehnen, so thut er es doch in der richtigen Erkenntniß, daß er

nicht nur der Finsterniß Trotz bieten, sondern auch die Natur zwingen darf, ihm hierbei Dienste zu leisten. — Nächtliche Finsterniß ist Natur, künstliche Beleuchtung, selbst die roheste und schlechteste, ist Kultur und wir sehen: der Mensch erhebt die Kultur zur Herrschaft über die Natur.

Welch ein hoher Schritt aber ist in diesem Kulturbestreben von der rohen Beleuchtung durch Holzbrände bis zur Beleuchtung durch Lichter und Lampen, und welch ein Fortschritt liegt von der rohen Beleuchtung der gewöhnlichen Küchenlampe bis zur schönen, künstlichen Erleuchtung der Umgebung durch eine Schiebelampe!

In diesem Sinne ist die Schiebelampe ein gutes Zeugniß der Kultur und gerade weil sie schon ein sehr gewöhnliches Werkzeug der Beleuchtung und so weit verbreitet ist, daß man sie selbst in der ärmlichen Wohnung findet, gerade deshalb darf man an sie die ernstliche Betrachtung knüpfen, wie sehr der Mensch schon vorgeschritten ist, durch Kultur die Natur zu bekämpfen und sich dienstbar zu machen!

Zwar sind künstlichere Lampen erfunden worden, und die Uhr-Lampe, in welcher ein Uhrwerk das Oel vom Fußgestell bis zum Docht erhebt, verdient als Kunst- und Kulturwerk noch mehr Lob als die Lampe, die wir betrachtet haben; allein wo die Kunst nicht mehr ein natürliches Bedürfniß auf einfachem Wege befriedigt, da ist sie schon Luxus, und der Luxus gehört zwar auch in die Kultur der menschlichen Gesellschaft hinein, aber er liegt doch auf einem neuen und ferneren Felde.

Indessen wollen wir nicht vergessen, daß alle Arten von künstlicher Lampen-Beleuchtung jetzt nur eine Uebergangsstufe sind nach einem höheren Ziele der Kultur und daß ohne Zweifel die Zeit nicht mehr allzufern ist, wo

mindestens in größeren Städten eine allgemeine Beleuchtung durch Gas die noch viel zu theure Oel-Beleuchtung ganz und gar verdrängen wird. Schon ist uns London hierin als Muster vorangegangen. Das Gaslicht hat dort schon seinen Weg in die Privatwohnungen gefunden. Am Putztisch, am Gesellschaftstisch, am Arbeitstisch, im Schlafzimmer und in der Küche ersetzt dort schon in Tausenden von Häusern das Gas die Oellampe und bewährt sich durch größere Billigkeit, Helligkeit, Schönheit und Reinlichkeit in sehr hohem Grade. Gas-Anlagen in Privathäusern gehören dort zu den gewöhnlichen Dingen, und bald wird es dahin kommen, daß Häuser, in denen dies fehlt, Noth haben werden, Miether zu erhalten. — Aber auch dem gewöhnlichen Gaslicht ist sicherlich seine Zeit gesetzt, denn sobald es gelingt, das Wasser in seine chemischen Urstoffe auf billigem Wege zu zersetzen, wird dieses, das man sonst als einen Stoff betrachtete, der dem Feuer feindselig ist, dazu dienen, in noch billigerer Weise Licht und Wärme zu verbreiten und dem Menschen die Macht zu verleihen, in noch höherem Grade als jetzt der Finsterniß und der Kälte, das heißt der Natur, zu trotzen.

Die Kenntniß der Natur ist deshalb eine hohe Aufgabe des Menschengeschlechts; die Kenntniß der Natur erhebt den Menschen zum Herrn der Natur und bringt ihn zum höheren Standpunkt der Kultur, der eben die naturgemäße Stellung des denkenden Menschen entspricht.

Bibliothek

der

Populären Wissenschaften.

II. Band:

Aus dem Reiche der

Naturwissenschaft,

Von A. Bernstein.

Viertes Bändchen:

Von den geheimen Naturkräften I.

25

Inhaltsverzeichniß.

Von den geheimen Naturkräften. I.

I. Wenn wir einen Sinn weniger hätten!

Hast Du schon einmal daran gedacht, mein freundlicher Leser, wie die Welt uns, den Menschenkindern, vorgekommen wäre, wenn wir ohne Augen geschaffen wären?

Gewiß fällt dir's im Augenblick ein: Ei, das kann uns ja jeder Blindgeborene sagen, oder: das können wir uns recht gut vorstellen, wenn wir die Finsterniß der Nacht uns verewigt denken! oder: davon können wir uns schon einen Begriff machen, wenn wir die Augen schließen und es versuchen, uns durch Umhertasten im Zimmer zurecht zu finden.

Aber glaube es mir, mein freundlicher Leser, es ist dies ein Irrthum!

Der Blindgeborene sieht nicht; aber Millionen und Millionen Menschen sehen für ihn. Er findet die Welt vollständig vorbereitet für ein sehendes Menschengeschlecht und vernimmt so viel von Dingen, die sichtbar sind, daß er unendlich Vieles weiß, ohne selber Erfahrungen hierüber gemacht zu haben. — Er weiß, daß es eine Sonne giebt, die ihn erwärmt, obgleich er sie nie gesehen hat. Er weiß, daß es Häuser giebt, die gebaut werden, obwohl er nie dergleichen sah. Er weiß, daß große Gewässer vorhanden sind, obwohl er keine Vorstellung davon haben kann. Er findet sich von einer Welt von Gegenständen umgeben, die er zwar nie sieht, aber deren Gebrauch er

aus Erfahrung und Belehrung anderer Menschen kennt, die sehen können. Mit einem Worte: die Welt des Blindgeborenen — und wäre seine Erziehung auch noch so vernachlässigt — ist immerhin eine Welt, die für das Sehen eingerichtet ist. Das Auge Anderer ist auch eine Art Auge für ihn und wenn er auch fremdartige und sonderbare Vorstellungen von tausend Dingen haben mag, so reicht doch der unausgesetzte Umgang mit sehenden Menschen hin, seinen Vorstellungen und Urtheilen eine richtige, der Wahrheit nahe Wendung zu geben.

Ist das aber schon mit dem Blindgeborenen der Fall, so ist es in weit höherem Maße noch, wenn wir uns, die wir sehen können und unser Lebelang gesehen haben, nur durch Vorstellungen einen Begriff machen wollen von einem Menschengeschlecht, das ohne Augen geschaffen wäre.

Wir haben gesehen; und das ist genug, um uns einen Begriff von Dingen zu geben, die außer uns existiren. Mögen wir auch unsere Phantasie anstrengen, sich eine Welt, bedeckt mit ewiger undurchdringlicher Finsterniß, zu denken, immerhin werden die Erfahrungen und Erkenntnisse, deren wir einmal theilhaftig sind, uns selbst in die ewige Finsterniß begleiten und unserm Urtheile eine richtige Wendung geben. Und eben so wie ein Mensch, der sich zum Scherz die Augen verbinden läßt, um sich umhertappend im Zimmer zurecht zu finden, sich gerade deshalb die lebhafteste Vorstellung macht von all' den Dingen, die er gesehen hatte, gerade eben so würde es einem Menschengeschlechte gehen, das einmal gesehen und die richtigere Vorstellung von der Außenwelt in sich aufgenommen hat, selbst wenn eine ewige Finsterniß diese Außenwelt verschließen würde. —

Wie anders aber würde die Welt einem Menschenge-

schlechte vorkommen, das noch niemals einen Lichtstrahl der Welt empfangen hätte?

Von der Welt selbst hätte solch' ein Menschengeschlecht keine Ahnung als so weit, wie der Fuß reicht. Von der Höhe hätte man keinen Begriff als so weit, wie die hoch-erhobene tastende Hand greifen kann. Von Entfernungen würde höchstens der Schall eine dunkle Vorstellung geben. Ueber die Anwesenheit der verschiedensten Dinge könnte nur der Geruch belehren. Die Vorstellungen und Erkenntnisse der Menschen würden mit einem Worte so eingeschränkt sein, daß wir uns gar keinen Begriff davon machen können. Ja, es ist vielleicht so unmöglich, sich eine richtige Vorstellung von einem solchen blinden Menschengeschlechte zu machen, wie es unmöglich ist, daß solch' ein blindes Menschengeschlecht eine richtige Vorstellung von der Welt und dem Leben eines sehenden haben kann.

Vielleicht glauben unsere Leser, daß wir mit dieser Betrachtung auf ein Lob des Lichtes und unseres Auges hinauswollen. Das ist nicht der Fall; wir wollten nur eine Einleitung für einen andern Gedanken haben, der uns unserem Thema: die geheimen Kräfte der Natur, etwas näher bringt, und diesen Gedanken wollen wir jetzt aussprechen.

Wir haben gezeigt, daß es eine ungeheure Aufgabe ist, sich eine Vorstellung von den Begriffen zu machen, die eine Menschheit hätte, wenn sie einen Sinn, nämlich den Gesichtssinn, weniger haben würde. Dies aber soll uns nur dem Gedanken etwas näher bringen, den wir eigentlich meinen und den wir einen Augenblick dem Nachsinnen unserer Leser überlassen wollen, dem Gedanken: wie würde die Welt einem Menschengeschlecht vorkommen, das mit einem Sinn mehr als wir geschaffen sein würde?

Wir haben fünf Sinne; wir können sehen, hören, riechen, schmecken und fühlen oder tasten, und durch diese fünf Sinne allein lernen wir die Welt außer uns kennen. Würden wir mehr von dieser Außenwelt wissen, wenn wir plötzlich einen sechsten Sinn bekämen?

Wir wollen im nächsten Abschnitt ein paar Worte über diese Frage sprechen, die sehr genau mit der Frage zusammenhängt, ob es geheime Kräfte in der Natur giebt und welcher Art diese sind.

II. Wenn wir einen Sinn mehr hätten.

Es steht fest, daß wenn die Menschheit zu ihren fünf Sinnen noch einen sechsten bekäme, dies zu einer ungeheuren Steigerung der Erkenntniß des Menschen führen würde. Ja, eine Menschheit mit sechs Sinnen würde unvergleichlich höher über der jetzigen Menschheit stehen und würde uns an Geist noch weit mehr überragen, als wir ein Geschlecht überragen würden, das ohne Augen geschaffen wäre.

Aber es steht nicht minder fest, daß wir uns trotz allen Scharfsinnes und Nachdenkens keine richtige Vorstellung von einem solchen Sinne machen können.

Ebensowenig wie ein blindes Menschengeschlecht auch nur eine Ahnung haben könnte von dem menschlichen Auge und seinen Wahrnehmungen, ebensowenig können wir uns eine Vorstellung machen von einem noch nie wahrgenommenen neuen Sinn, von den Eindrücken und Wahrnehmungen, welche derselbe in uns veranlassen und von den Aufschlüssen, die er uns von der Welt noch zu geben im Stande wäre.

Man könnte nun meinen, daß der Gedanke an einen

solchen Sinn ein ganz müßiger und thörichter wäre, da wir ja keine Vorstellungen haben können, was er für uns sein könnte, und wir uns auch keinen Begriff davon machen können, worüber er uns Aufschluß geben soll. — Aber insofern er im genauen Zusammenhang steht mit der Frage, ob es in der Natur Kräfte giebt, die wir nicht mit unsern Sinnen erfassen können? insofern ist der Gedanke durchaus kein müßiger.

Es giebt ganz unzweifelhaft solche, unsern Sinnen sich nicht verrathende Kräfte in der Natur und ein Theil dieser Kräfte würde unbedingt zu unserer Erkenntniß gelangen, wenn wir zu unseren Sinnen, zu diesen Werkzeugen unserer Erkenntniß, noch einen sechsten hinzubekämen.

Wir haben diesen Sinn nicht, und wir wollen uns auch nicht in den Gedanken an die Möglichkeit eines solchen vertiefen; unsere Absicht ist es vielmehr, diesen Gedanken wiederum nur als Anregung zu benutzen, um durch ihn zu einer wichtigen Wahrheit zu gelangen, die jeder denkende Mensch, wenn er nach Erkenntniß der Natur strebt, wohl beherzigen muß. Und diese Wahrheit ist folgende:

Wir nehmen von der Natur und ihren Kräften, von der Welt überhaupt nur einen kleinen, wahrscheinlich nur sehr kleinen Theil wahr und zwar nur den kleinen Theil, der auf unsere fünf Sinne einen Eindruck macht, während es ganz unzweifelhaft ist, daß uns unendlich vieles in der Erkenntniß noch verschlossen ist und verschlossen bleiben wird, so lange diese uns verborgenen Kräfte der Natur nicht durch verschiedene Umstände dahin gebracht werden, daß sie einen Eindruck auf einen unserer fünf Sinne machen.

Ein Beispiel wird das, was wir meinen, deutlicher ma-

chen und uns auch direkt unserem eigentlichen Thema näher bringen.

Alle Naturforscher sind darüber einig, daß die ganze Welt, alle Dinge, die wir in uns, an uns und um uns haben, erfüllt oder richtiger durch und durch getränkt sind von einer electrischen Materie oder wie man sonst dies Ding nennen mag. Von dieser Materie sehen wir, hören wir, riechen oder schmecken wir gar nichts, und deshalb vergingen auch dem Menschengeschlechte viele Jahrtausende ohne eine Ahnung von diesem Dinge, das eine so ungeheure Rolle in der Welt spielt. Erst dann, als Zufall, Nachdenken und Forscherdrang die Menschen dahin geführt hatte, zu beobachten, wie geriebenes Glas, geriebener Siegellack u. s. w. kleine Fäserchen und Stäubchen an sich zieht und wieder von sich stößt, erst dann, als eine Erscheinung hervortrat, die sichtbar wurde, das heißt, einen Eindruck auf unser Auge machte, erst dann fing man an dem Dinge nachzuspüren, und die Naturforscher haben nicht geruht und ruhen jetzt noch nicht, um immer mehr von dieser bis dahin geheimen Kraft der Natur unsern Sinnen zugänglich zu machen, und unserer Erkenntniß aufzuschließen.

Jetzt sind wir schon so weit gekommen, daß wir zwar nicht die Elektrizität selber, aber doch die Wirkung der Elektrizität auf alle unsere Sinne jedem Menschen zeigen können. Man kann jetzt durch elektrische Funken die Wirkung der Elektrizität dem Auge sichtbar, dem Ohre hörbar, der Zunge schmeckbar, sogar durch Ozon-Geruch der Nase riechbar und durch elektrische Schläge dem Leibe in der schmerzhaftesten Weise fühlbar machen. Die Naturforscher haben also eine der Menschheit verborgene bisher geheime Kraft der Natur den menschlichen Sinnen zugänglich gemacht, und durch all' die Umstände, unter

welchen dies möglich ist, es dahin gebracht, daß wir Kenntniß von etwas haben, für das uns direkt ein sechster Sinn fehlt.

Hätten wir, ebenso gut wie wir Augen haben für das Licht, von Geburt an noch irgend ein besonderes Werkzeug im Kopfe für die Elektrizität, so würde die Menschheit schon vor vielen Jahrtausenden mehr von diesem Stoff oder von dieser Materie, oder wie man es sonst nennen mag, wissen, als uns jetzt die Naturforscher lehren. Unsere Erkenntniß wäre gewiß unendlich weiter als jetzt, wo wir nur durch einen großen Umweg und ziemlich spät dem Geheimniß nachzuspüren anfangen. So aber mußten viele Jahrtausende vergehen, bevor die Menschheit nur zu ahnen anfing, daß es ein Geheimniß derart in der Welt giebt.

Und nun, mein freundlicher Leser, wirst du verstehen, wenn ich sage, daß es sich lohnt, nach diesen Geheimnissen zu forschen, und wirst mir einige Aufmerksamkeit schenken, wenn ich dich auffordere, mit mir einem interessanten Geheimnisse derart, dem Geheimniß der Anziehung in der Natur, ein wenig nachzuspüren.

III. Die verschiedenen Anziehungskräfte.

Unter den vielen und verborgenen Kräften der Natur existirt eine, welcher man schon ziemlich nahe auf die Spur gekommen und deren Dasein so allgemein bekannt ist, daß man von ihr wie von einer ganz ausgemachten Sache spricht. Wir meinen die Kraft der Anziehung.

Man lehrt es jetzt schon jedem Kind, daß ein Stein, oder sonst irgend ein Ding, das von der Höhe zur Erde

fällt, dies nur darum thut, weil es von der Erde angezogen wird.

Nun sollte man glauben, daß die Anziehungskraft der Erde schon etwas wäre, das so offen daliegt, daß sich unsere Sinne sofort von der Existenz derselben überzeugen können; aber dem ist nicht so. — Bedenkt man, daß durch viele Jahrtausende eine Menschheit mit gesunden fünf Sinnen lebte und alltäglich viele tausend Dinge zur Erde fallen sah, ohne zu ahnen, daß hierbei eine Anziehungskraft der Erde wirksam sei: bedenkt man, daß bis auf Newton, der vor zweihundert Jahren lebte, die Anziehungskraft der Erde so gut wie ein unbekanntes Ding war, so hat man Ursache, schon aus diesem Umstand allein darauf zu schließen, daß diese Anziehungskraft eigentlich eine geheime Kraft ist, von der wir nur die Wirkung, aber nicht das Wesen derselben sehen.

In der That wird auch jeder Naturforscher gestehen, daß die Anziehungskraft überhaupt ein großes Geheimniß der Natur ist, und wir, trotz der außerordentlich reichen Erfahrungen und unzähligen Versuche, über dieselbe noch wesentlich im Dunkeln sind.

Wir wollen diesem Geheimniß nachzuspüren suchen und die Anziehungskraft einmal in allen ihren Haupt-Erscheinungen, die wesentlich von einander abweichen, vorführen und dann durch einen Gesammt-Ueberblick unsern Lesern zeigen, wie schwierig es ist, den Geheimnissen der Natur bis auf die Grund-Ursache nachzuforschen. — Wenn wir hierzu bemerken, daß gerade die Anziehungskraft ein Geheimniß ist, dem man schon länger auf der Spur ist als allen andern Naturgeheimnissen, so wird dies hinreichen, die Größe der Aufgabe deutlich zu machen, die in solchem Aufspüren liegen muß.

Sehen wir uns vor Allem einmal an, wie eigenthüm-

lich verschieden die Anziehungskraft in einzelnen Fällen auftritt.

Wie wir in den nächsten Abschnitten noch deutlicher zeigen werden, ist die höchste Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß alle Dinge in der Welt, die wir sehen können, aus außerordentlich kleinen Theilen zusammengesetzt sind. Ein Stück Eisen z. B. erscheint uns, als wäre es ein einziges Stück, das gar keine Lücken in sich hat, und doch kann man den Beweis führen, daß es aus lauter ganz außerordentlich kleinen Theilen zusammengesetzt sein muß, die nur darum so fest an einander haften, weil die Theilchen auf einander eine Anziehungskraft ausüben. Das ist nun eine Art von Anziehungskraft, deren Wesen und Namen wir später noch genauer kennen lernen werden.

Eine andere Art von Anziehungskraft herrscht wieder zwischen zwei glattgeschliffenen Körpern, die man an einander legt. Zwei glattgeschliffene Glasplatten, die man ein wenig an einander drückt, sitzen so fest aufeinander, daß man sie oft kaum gewaltsam trennen kann, ohne sie zu beschädigen. — Das ist eine zweite Art von Anziehung, die wir gleichfalls betrachten werden.

Die Erde, das wissen wir, zieht Gegenstände aus der Entfernung an, so daß sie auf die Erde stürzen, wenn nicht andere Ursachen sie hieran verhindern. Es ist eine ausgemachte Sache, daß die Erde eine Anziehungskraft auf den Mond ausübt, daß beide von der Sonne angezogen werden, daß ein gleiches Anziehungsverhältniß zwischen allen Himmelskörpern obwaltet, dessen Gesetze sehr genau bestimmt sind. Ja, es ist in neuester Zeit durch unumstößliche Beweise dargethan worden, daß alle Dinge sich gegenseitig aus der Entfernung anziehen, so daß wir uns eigentlich in einem unendlichen Meer von Anziehungen bewegen. Das ist nun wieder eine dritte

Art von Anziehung, die wir uns deutlich zu machen haben.

Wie ein Magnet Eisen anzieht, das hat wohl schon jedermann gesehen; aber das Eigenthümliche, daß es vornehmlich nur Eisen anzieht und die Sonderbarkeit, daß das angezogene Eisen selber magnetisch wird, ja eine große Reihe von Wunderlichkeiten, die beim Magnet vorkommen und die wir gleichfalls vorführen werden, zeigen, daß hier auch eine Anziehung, aber wieder eine andere Art vorhanden ist.

Wir werden nun noch sehen, wie bei der Elektrizität auch eigenthümliche Anziehungen stattfinden, die wiederum in anderer Art auftreten. Wir werden ferner sehen, daß in der Chemie ganz besondere Anziehungen zum Vorschein kommen, die wiederum eigenthümlich sind. — Ja, in der Lebensthätigkeit der Pflanze und noch mehr in der des Thieres, herrscht eine außerordentlich eigene Art von Anziehung, die durchaus anders ist als alle bisherigen. All' diese wollen wir in leichten Zügen einmal vorführen, um dann zu der Hauptfrage des Geheimnisses zu kommen, ob es nur Eine Anziehungskraft in der Natur giebt, die sich nur unter verschiedenen Umständen verschieden äußert, oder ob es wirklich verschiedene gesonderte Anziehungskräfte giebt, von denen sich uns einige zeigen; oder endlich, ob alle nur herstammen von einer uns völlig unbekannten Naturkraft, von welcher die Anziehung überhaupt nur eine besondere Erscheinung ist.

Und für diese Aufgabe nehmen wir für diesmal das Interesse und das Nachdenken unserer Leser in Anspruch.

IV. Die Anziehung der kleinsten Theilchen eines Stückes.

Wir wollen nunmehr die Anziehungskräfte selber kennen lernen, und zwar zunächst die Anziehungskraft, welche die einzelnen kleinen Theile eines und desselben Körpers auf einander ausüben.

Wenn man ein Stück Blei, Eisen, Stahl, ein Stück Gold oder ein Stück Holz oder sonst irgend ein Ding betrachtet, so stellt sich die Frage heraus, ob wohl dieses Stück, das als ein Ganzes und fest Zusammenhängendes vor uns liegt, wirklich ein ununterbrochenes Ganzes ist, oder ob es einzelne leere Zwischenräume zwischen sich haben mag. Vom Holz weiß man, daß dies der Fall ist. Taucht man ein Stück Holz in Wasser, so saugt es sich nach langer Zeit schwammartig davon voll. Das Holz wird schwerer, je nachdem es viel oder wenig Wasser in sich aufgenommen. Durch starkes Pressen kann man Wasser aus dem Holz hinausdrücken, wie aus einem Schwamm; also steht es fest, daß Holz viel leere Zwischenräume in sich haben muß. Durch ein gutes Mikroskop kann man auch an einem feinen Holzblättchen sehr gut diese Zwischenräume sehen und es erscheint ein solches durchlöchert wie ein Sieb. — Aber man kann vom Holze durchaus keinen Schluß ziehen auf Metalle und andere Dinge, und ist überhaupt die schwammige Beschaffenheit des Holzes auch gar nicht das, um was es sich eigentlich handelt.

Die Frage liegt eigentlich viel tiefer und ist so schwierig mit einfachen Worten deutlich zu machen, daß wir es vorziehen, erst ein paar Versuche vorzuführen, um dann hinterher mit der genauer zu stellenden Frage zu kommen, mit der wir eigentlich anfangen sollten.

Jedermann weiß, daß man in einen bleiernen Becher

Wasser hineingießen kann und daß die bleiernen Wände das Wasser nicht durchfließen lassen. Man sollte nun schließen, daß Blei eine ganz ununterbrochen zusammenhängende Masse ist, und wirklich kann man selbst im dünnsten Blättchen Blei keine leeren Zwischenräume durch ein Mikroskop entdecken. Gleichwohl kann man zeigen, daß das Blei ganz außerordentliche Zwischenräume haben muß. — In neuester Zeit hat ein Naturforscher in Paris folgende Entdeckung gemacht. Wenn man eine Stange Blei umbiegt wie einen Heber und das kurze Ende dieses Hebers in ein Gefäß mit Quecksilber taucht und das lange Ende desselben wie bei gewöhnlichen Hebern außerhalb des Gefäßes hinunterhängen läßt, so beginnt nach einiger Zeit unten an dem langen Ende des Hebers das Quecksilber tropfenweise auszufließen, trotzdem die Bleistange nicht hohl, sondern ganz massiv ist.

Offenbar hat das Quecksilber die Stange Blei durchkrochen, obgleich auch nicht die geringste Spur vorhanden ist, daß das Blei Zwischenräume hat, wodurch das Quecksilber sich Bahn brechen konnte. Das Quecksilber hat hierbei freilich einen ganz eigenthümlichen Weg genommen. Es ist erst inwendig mitten durch die feste Stange Blei hinaufgekrochen bis zum höchsten Punkt des kleinen Heber-Endes und ist dann am langen Ende wieder hinunter gestiegen. Man könnte nun freilich fragen, warum das Quecksilber es so gemacht hat? Wie kommt es vor Allem dazu, an dem kleinen Heber-Ende aufwärts zu steigen. Allein diese Frage — die nicht leicht zu beantworten ist — geht uns für jetzt nichts an; für unsern Zweck ist es genug, wenn wir sehen, daß daß Quecksilber wirklich einen Weg durch das massive Blei gefunden und das ist ein schlagender Beweis, daß Blei nicht eine vollkommen zusammenhängende Masse ist, sondern jedenfalls

Zwischenräume in sich haben muß, durch welche das Quecksilber kriechen konnte.

Man könnte nun glauben, daß durch die Bleistange etwa feine Kanäle durchgehen, die nur längs laufen, wie etwa in einem gewöhnlichen Bambus-Rohr-Stöckchen, und daß diese Kanäle der Bleistange so fein sind, daß man sie mit keinem Mikroskope entdecken kann. Allein diese Erklärung reicht nicht aus. Schneidet man nämlich aus einem großen Bleiwürfel aus der Länge oder der Breite oder der Tiefe oder quer oder sonst wie nach welcher Richtung eine Bleistange aus, so wird jede dieser Bleistangen dieselbe Eigenschaft zeigen. Das Quecksilber wird jede dieser Stangen durchkriechen. Hieraus aber folgt, daß durch den großen Bleiwürfel nach allen Richtungen hin Kanäle gehen, daß solche hohle Wege denselben nach all' und jeder Richtung hin durchlaufen, daß nach rechts und links, nach oben und unten, nach vorn und hinten und nach jeder möglichen schrägen Linie solche Wege vorhanden sind, die ihn durchschneiden. Ist dem aber so — und das kann nach dem vorangegangenen Versuch kein Mensch bestreiten, — so muß man erstaunen, daß der Würfel überhaupt noch existirt und nicht wie ein nach allen Richtungen hin durchschnittener Körper in lauter kleine Stücke zerfällt, und als ein Häufchen Bleistaub vor uns liegt.

Schon dies allein führt auf die Vermuthung, daß es mit dem scheinbar festen Blei, das wie eine Masse aussieht, die gar keine Zwischenräume in sich hat, eine eigene Bewandniß haben muß. Zwischenräume sind unbedingt vorhanden, denn sonst könnte das Quecksilber unmöglich durch. Die Zwischenräume gehen nach allen möglichen Richtungen, sonst würde nicht jede beliebige Bleistange das Quecksilber durchkriechen lassen. Und trotz all' dieser

Zwischenräume fällt das Blei nicht wie Pulver auseinander, sondern ist ein harter ziemlich fester Körper, der zusammenhängt. — Schon dies allein führt dahin, daß eine Kraft vorhanden sein muß, die diese nach allen Richtungen hin getrennte Masse zu einer einzigen fest zusammenhängenden macht.

Wir wollen nur noch einige andere Beispiele derart anführen, und dann von dieser Kraft, die sich unsern Sinnen durchaus nicht verräth, also eine geheime Kraft der Natur ist, unseren Lesern ein Näheres mittheilen.

V. Von den kleinsten Theilchen und den unsichtbaren Zwischenräumen.

Es giebt zahlreiche Beweise dafür, daß all' die festen Dinge, die unserem Auge wie ununterbrochene Massen erscheinen, welche gar keine leeren Zwischenräume in sich haben, dennoch voll von solchen Zwischenräumen sein müssen.

Einen scharfen Stahlstift kann man durch Pressen oder Schlagen durch ein Stück Eisen treiben. Der Stahlstift macht ein Loch im Eisen. Da aber nirgend das Eisen zu finden ist, das vorher die Stelle des Loches ausgefüllt hat, so leuchtet es Jedem ein, daß der Stahlstift nur das Eisen verdrängt hat und daß das Loch nur dadurch entstanden ist, daß durch das Eindringen des Stahlstiftes die Stellen rings um das Loch dichter geworden sind.

Wäre Eisen eine Masse, die vollkommen dicht zusammenhängt und ein ununterbrochenes Stück ist, so würde man kein Loch hineinschlagen können, am allerwenigsten wäre es möglich, die Eisenmasse, die früher an der Stelle

des Loches gewesen ist, hineinzudrängen in die nächste Umgebung. — Nur wenn man annimmt, daß das Eisen leere Zwischenräume in sich hat, die unserem Auge ihrer Kleinheit wegen unsichtbar sind, nur dann ist es erklärlich, daß durch den Stahlstift die verdrängte Eisenmasse sich hineingeschoben hat in die leeren Räume der nächsten Eisenmassen, und dort jetzt festgehalten wird, so daß das Loch offen bleibt.

Auf ganz dasselbe Resultat wird man geführt, wenn man bemerkt, wie Eisen oder sonst eine Masse durch Hitze sich ausdehnt und durch Kälte sich zusammenzieht.

Ein Stück Eisen, z. B. eine Eisenbahn-Schiene, behält nicht immer eine und dieselbe Länge. Wenn die Sonne die Schienen erwärmt, wächst jede Schiene um ein weniges. Man legt daher die Schienen so, daß die Enden sich nicht berühren, sondern ungefähr ein sechstel Zoll von einander abstehen. Wo man anfangs diese Vorsicht beim Bau der Eisenbahnen nicht beobachtete, dehnten sich die Schienen in der Wärme des Sonnenlichts wirklich so, daß sie sich trotz aller Nägel, mit denen sie an den Holzschwellen befestigt waren, heraushoben und die ganze Bahn zu Schanden machten.

Wir werden noch später von dem Einfluß der Wärme auf die Ausdehnung der Massen ein Näheres mittheilen, für jetzt muß es uns genügen, zu wissen, daß alle Massen in der Wärme sich etwas ausdehnen und in der Kälte etwas zusammenziehen. Gäbe es nun keine Zwischenräume in den Massen, so müßten sie offenbar schon entstehen, wenn die Massen durch die Wärme ausgedehnt werden. Und noch weniger kann man sich denken, wie in der Kälte alle Massen sich zusammenziehen, wenn man annimmt, daß feste Massen gar keine Zwischenräume in sich haben. Nur die Vorstellung, daß solche Zwischen-

räume vorhanden sind, die in der Wärme größer und in der Kälte kleiner werden, nur diese Vorstellung macht es begreiflich, wie eine Ausdehnung und Zusammenziehung der Massen in Wärme und Kälte vor sich gehen kann.

Wir wollen noch ein Beispiel anführen, das in anderer Weise diese Vorstellung bestätigt.

Ein Jeder, der einmal Zuckerwasser getrunken hat, wird wissen, daß ein Stück Zucker in einem Glas Wasser nicht nur zergeht, sondern sich auch zertheilt durch das ganze Wasser, so daß in jedem Tröpfchen Wasser etwas vom Zucker enthalten ist. Gleichwohl kann kein Auge, auch nicht mit Hilfe eines Mikroskops in einem Tröpfchen Zuckerwasser irgend ein Zuckerstäubchen entdecken, den der Geschmack sehr deutlich verräth.

Läßt man aber das Wassertröpfchen eintrocknen, so entdeckt man schon mit bloßem Auge und noch besser mit einem Mikroskop kleine Zuckerkrystalle, und erhält dadurch den Beweis, daß die Zuckertheilchen nur dadurch unsichtbar geworden sind, weil sie außerordentlich fein zertheilt in dem Wasser herumgeschwommen und daß sie sichtbar werden, sobald das Wasser verdunstet und jetzt sich die Zuckertheilchen an einander legen und dadurch so groß werden, daß sie gesehen werden können. — Obgleich auch dieses Krystallisiren eine ganz eigene Erscheinung ist, die einer besonderen Erklärung bedarf, so ist es für unsern Zweck genügend, zu wissen, daß unter Umständen feste Theile sich in so kleine Theilchen zerlegen können, daß sie ganz unsichtbar werden, und daß zuweilen diese kleinen Theilchen sich gegenseitig wieder aneinander legen und nun sichtbare, harte feste Massen werden können.

Wenn wir nun versichern, daß man Eisen, Blei, Zinn, Zink, Gold, Silber, Kupfer u. s. w. in gewissen Flüssigkeiten, wie Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure

eben so auflösen kann, wie man Zucker in Wasser auflöst, so wird man schon den Gedanken begreiflicher finden, daß diese feste Massen wohl auch nur aus lauter ganz kleinen einzeln für das Auge unsichtbaren Theilen bestehen, die sich an einander legen und ein scheinbar ganzes ununterbrochenes Stück bilden.

VI. Was man unter Atom zu verstehen hat.

Einen noch treffenderen Beweis dafür, daß alle festen Massen, trotzdem sie wie ein einziges Stück aussehen, doch nur aus einzelnen sehr kleinen Theilen bestehen, die sich aneinander legen, erhält man sehr leicht, wenn man Gelegenheit hat, galvanisch-plastische Niederschläge zu beobachten.

Die erst vor etwa zwölf Jahren entdeckte Galvano-Plastik beruht darauf, daß man aus Flüssigkeiten, in welchen Metalle aufgelöst sind — z. B. aus einer Auflösung von Kupfer-Vitriol — das Metall durch Elektrizität wieder massiv gewinnen kann und zwar dadurch, daß es sich an jede beliebige Metallform ansetzt, die man mit dem End-Draht einer galvanischen Kette verbindet. — Wie dies gemacht wird, werden wir unseren Lesern weiterhin deutlich darzulegen suchen; für jetzt genügt es uns, Folgendes anzuführen, wovon sich Jedermann, der solch' eine galvano-plastische Vorrichtung besitzt, überzeugen kann. Das Metall, welches in der bestimmten Flüssigkeit aufgelöst ist, läßt sich weder mit bloßem Auge, noch Mikroskope irgendwie entdecken. Hat man eine Kupfer-Auflösung vor sich, so sieht sie wie blaugefärbtes klares Wasser aus; bei einer geeigneten galvanischen Vorrichtung aber kann man das völlig unsichtbare Kupfer der

Flüssigkeit dahin bringen, daß es sich in außerordentlich feinen, zu Anfang unsichtbaren kleinen Theilchen an einen Draht oder sonst ein Metallstück ansetzt, erst nach und nach sieht man diesen neuen Kupferüberzug, den man weiter anwachsen lassen kann und der dann wirkliches festes zu einem Stück gewordenes Kupfer ist.

Hieraus leuchtet jedenfalls soviel ein, daß so ein Stück Kupfer vor den Augen des Beobachters sich gebildet hat aus den kleinsten Theilchen Kupfer, die in der Flüssigkeit aufgelöst waren. Es hat sich, wie man sich überzeugen kann, Theilchen an Theilchen angelegt, bis aus den unsichtbaren kleinen Theilchen ein sichtbares festes Stück Kupfer geworden ist, das sich durchaus von anderem Kupfer unterscheidet; so daß Jedermann mit Leichtigkeit auf den Gedanken kommt, daß jedes Stück Kupfer wohl aus kleinen für unser Auge nicht sichtbaren Kupfertheilchen besteht, die sich an einander legen, um ein einziges Stück zu werden.

Man nennt jedes solch' kleinstes Stückchen Kupfer, von dem wir wissen, daß es sicher existirt, das aber durchaus nicht mit dem Auge, selbst wenn man ein Mikroskop zu Hülfe nimmt, gesehen werden kann — man nennt solch' ein kleinstes Theilchen ein Atom.

Unter Kupfer-Atom, oder Blei-, Zink-, Gold-, Silber-Atom u. s. w. kurz unter Atom überhaupt versteht man die kleinen Theilchen einer Masse, aus deren Zusammenlegen sich eine ganze feste Masse bildet.

Wir werden von jetzt ab nur immer unter Atom solche kleinste Theilchen verstehen und wollen nur im Voraus sagen, daß es in neuerer Zeit durch die Chemie gelungen ist, nicht nur die Existenz solcher Atome ganz unzweifelhaft zu machen, sondern auch sogar die Gewichts-Verhältnisse solcher Atome zu bestimmen, obgleich noch

kein Chemiker in der Welt ein Atom jemals gesehen, und noch weit weniger im Stande war, es einzeln auf eine Wagschale zu bringen. — Die Lehre von den Atomen, welche in der Chemie ihre Begründung findet — und die wir später deutlich zu machen suchen werden — ist ein wahrer Triumph der Wissenschaft, denn sie hat hier über Dinge Aufschluß gegeben, die für unsere fünf Sinne durchaus nicht wahrnehmbar sind; sie hat durch ihre geistige Errungenschaft uns einen Ersatz geboten für das, was möglicherweise nur ein ein sechster Sinn hätte wahrnehmbar machen können.

Wenn aber wirklich jede feste Masse nur eine Anhäufung von einzeln unsichtbaren kleinen Atomen ist, so fragt es sich, wodurch kleben diese Atome so fest an einander, daß man sie schwer trennen kann?

Durch vielfache Forschungen belehrt, giebt uns die Wissenschaft auf diese Frage folgende Antwort:

Jeder feste Körper, jede feste Masse besteht aus einzelnen Atomen. Diese Atome berühren sich aber nicht gegenseitig, sondern lassen Lücken zwischen sich und hängen nur dadurch fest zusammen, daß sie auf einander eine Anziehungskraft ausüben.

Freilich stellt sich sogleich die Frage heraus: wenn dies so ist, warum folgen diese Atome nicht der Anziehungskraft und weshalb rücken sie nicht immer mehr und mehr aneinander, so daß sie gar keine Zwischenräume zwischen sich leer lassen? Hierauf aber antwortet die Wissenschaft Folgendes:

Es ist richtig, daß ein Atom immer das andere Atom anzieht: aber es herrscht in jeder Masse nicht die Anziehungskraft allein, sondern es kommt noch eine zweite dazu und zwar eine entgegengesetzte Kraft, eine Abstoßungskraft, die die Atome wieder trennt. —

Diese Antwort klingt freilich sehr sonderbar, und deshalb wollen wir auch sehen, ob denn Wahres hinter derselben steckt.

VII. Wie die Wärme mit den Atomen ihr Spiel treibt.

Die Lehre von der Anziehung und Abstoßung der Atome in festen Massen gewinnt eine außerordentliche Wahrscheinlichkeit, wenn man damit noch die Beobachtung einer andern Erscheinung verbindet.

Wir haben es bereits gesagt, daß die Wärme alle Massen ausdehnt, daß die Kälte sie zusammenzieht; wir wollen aber jetzt zeigen, wie die Naturwissenschaft dahin gelangt ist, die ganze Beschaffenheit aller Massen nur der in ihnen herrschenden Wärme zuzuschreiben.

Zu diesem Zweck wollen wir vorerst die Erscheinung selbst durch Aufführung einzelner Versuche kennen lernen und die Veränderungen zeigen, welche die Wärme auf verschiedene Massen ausübt.

Wenn man einen Gegenstand erwärmt, so wird er größer als er früher war. Ein Bolzen, der kalt gerade in das Plätteisen hineinpaßt, kann, wenn er glühend gemacht wird, nicht in dasselbe hineingebracht werden. Dies bemerken Hausfrauen sehr oft, und verfahren daher ganz richtig, wenn sie einen solchen Bolzen, so weit es geht, mit der Spitze in das Plätteisen stecken und eine Weile warten, wo er dann wirklich hineingeht. Es rührt dies daher, daß der Bolzen in der Hitze sich gedehnt, während das Plätteisen kalt ist und sich zusammengezogen hat. Steckt man den Bolzen aber mit der Spitze ins Plätteisen und wartet ein wenig, so wird der Bolzen etwas käl-

ter und auch kleiner; zugleich wird das Plätteisen warm und also etwas größer und nun paßt das Eisen ganz gut hinein.

Auch der Schmied kennt und benutzt die Kraft der Wärme, wenn er ein Wagenrad mit einem eisernen Reifen versieht. Er macht den Reifen etwas kleiner als das Rad, dann aber glüht er den Reifen, wodurch er sich ausdehnt und für das Rad paßt. Wird nun der Reifen auf dem Rade kalt, so zieht er sich dort wieder derart zusammen, daß er fest aufsitzt und nur durch außerordentliche Gewalt davon losgelöst werden kann.

Die Ausdehnung und Zusammenziehung erwärmter und abgekühlter Massen ist so gewaltig, daß sie alle andern Kräfte weit überragt. Ein Versuch, der in Paris gemacht worden ist, hat dies auf's glänzendste bewiesen. — In der Abtei St. Martin des champs in Paris, das ein altes, sehr festes Gemäuer ist, fingen die Wände an sich nach außen zu biegen, so daß man voraussah, daß das Dach und die inneren Etagen einstürzen müßten. Die meisten Baumeister von Paris waren deshalb dafür, das Gebäude niederzureißen und frisch aufzubauen; allein ein Schüler der berühmten polytechnischen Schule, Namens M o l a r d , hat die dicken Mauern zurecht geschoben und zwar durch nichts als durch Wärme und Kälte. Er schlug zu diesem Zweck Löcher durch die gegenüberstehenden Mauern und steckte Eisenstangen durch dieselben, so daß sie durch das ganze Gebäude gingen und noch zu beiden Seiten draußen aus den Mauern hervorragten. Hier an den äußersten Enden waren Schraubengänge eingeschnitten, auf welchen große Schraubenmütter festgedreht wurden. Nunmehr ließ Molard an den Stangen im Innern des Gebäudes lauter kleine Spirituslämpchen aufhängen, deren Flammen die eisernen Stan-

gen erhitzten. Die Stangen dehnten sich aus und ragten derart draußen aus den Mauern heraus, daß die Schraubenmuttern zu beiden Seiten weiter geschraubt werden konnten. Als das geschehen war, ließ Molard die Lämpchen auslöschen. Die eisernen Stangen wurden nun wieder kalt und zogen sich zusammen und zwar mit solcher Gewalt, daß die von den Schraubenmüttern draußen festgehaltenen Wände dadurch genöthigt waren, einander näher zu rücken. Hierauf wurden die Lämpchen wieder angezündet, die Stangen dehnten sich wieder aus, die Schraubenmütter konnten nun wiederum an das Gebäude festgeschraubt werden und bei der nochmaligen Abkühlung der Stangen stellten sich die Wände wieder ein wenig gerader, so daß nach wiederholtem Erhitzen und Abkühlen der Stangen die dicken Mauern wieder vollkommen gerade aufgerichtet wurden.

Aber nicht nur Eisen, sondern alle Dinge in der Welt dehnen sich in der Wärme aus und ziehen sich in der Kälte zusammen, selbst wenn sie noch so fest und unbeweglich scheinen.

Wer einmal Gelegenheit hat, die berliner Sternwarte zu besehen, der wird wahrnehmen, daß das große vorzügliche Hauptfernrohr nicht auf dem Fußboden steht, wo sich der Beobachter befindet, sondern auf einer Säule aufgestellt ist, die tief vom Fundament des Gebäudes hinaufgeführt wurde bis zur Beobachtungs-Kuppel; und zwar ist diese Säule so aufgeführt, daß sie an keinem Punkte das Gebäude berührt, sondern daß ein leerer Raum rings um sie ist. — Der Grund hiervon ist folgender:

Alle Gebäude, alle Häuser, alle noch so festen Mauern werden durch die Wärme des Sonnenlichtes ausgedehnt und ziehen sich, wenn die Sonne nicht scheint, wieder zu-

sammen. So unmerklich dies für das Auge ist, so wesentlich wird dies gemerkt, wenn man genaue astronomische Beobachtungen macht: denn mit dem Gebäude, das sich hebt und senkt in der Wärme und Kälte, hebt und senkt sich auch das Fernrohr, wenn es auf das Gebäude festgestellt ist, und zeigt dadurch nicht nach einem festen Punkt des Himmelsgewölbes, das man beobachten will. Da man nun bei genauen astronomischen Beobachtungen das Fernrohr auf eine unverschiebbare Unterlage stellen muß, so ist man in den guten Sternwarten genöthig, mindestens das Hauptfernrohr auf einer Säule aufzustellen, die nie vom Sonnenlicht getroffen wird und die auch nicht mit dem Gebäude in Berührung steht, welches — wie fest man es auch bauen mag — doch stets durch Kälte und Wärme gedehnt und zusammengezogen wird, und deshalb in einem ewigen, für das Auge freilich unsichtbaren, aber doch ganz unzweifelhaften Hin- und Herschwanken begriffen ist.

VIII. Woher die Wirkung der Wärme auf die Atome stammt.

Nachdem wir nun gesehen haben, daß die Wärme eine so bedeutende Kraft besitzt, Massen auszudehnen, und die Kälte gewaltig wirkt, um sie zusammenzuziehen, müssen wir dem Grund dieser Erscheinung etwas weiter nachspüren, um zu sehen, ob wir hierdurch auf eine klare Vorstellung über diese Thatsachen kommen können.

Die Atome einer Masse üben, wie wir gesehen haben, einerseits eine Anziehung auf einander aus, so daß sie nicht ohne großen Kraftaufwand von einander losgerissen werden können; und andererseits stoßen sie sich wieder

ab, so daß man sie ohne Kraftaufwand nicht einander näher rücken kann. Hieraus geht hervor, daß in jeder Masse ein gewisses Gleichgewicht zwischen diesen beiden Kräften obwaltet, und so lange dies der Fall ist, wird sich die Masse weder ausdehnen noch zusammenziehen.

Wenn aber die Wärme eine Ausdehnung der Masse hervorbringt, so ist dies nur dadurch erklärlich, daß sie die Eigenschaft hat, die Anziehungskraft der Atome zu schwächen und die Abstoßungskraft derselben zu verstärken. In der Wärme dehnen sich die Massen deshalb, weil durch sie die Anziehungskraft geschwächt und die Abstoßung vermehrt wird. Hierdurch entfernen sich die Atome von einander und die Masse wird größer, ausgedehnter. — Entzieht man aber einem Körper die Wärme, das heißt, erregt man in ihm Kälte, so schwächt dies die Abstoßungskraft und stärkt die Anziehungskraft der Atome, und deshalb ziehen die Atome sich stärker an und drängen sich aneinander, so daß die Masse sich zusammenzieht.

Vielfache Versuche beweisen, daß diese Erklärung vollkommen richtig ist. Ja, sie ist so vollkommen richtig, daß man auch die Gegenprobe anstellen kann. Massen, welche Wärme in sich aufnehmen, also gewissermaßen Wärme verschlucken, dehnen sich nicht nur aus, sondern Massen, welche sich ausdehnen, verschlucken Wärme in sich. Massen, aus welchen man die Wärme entfernt, drücken sich nicht nur zusammen, sondern Massen, welche man zusammendrückt, geben die Wärme von sich.

Es ist von der äußersten Wichtigkeit, sich dies vollkommen klar zu machen, denn obgleich diese Behauptungen in jeder Naturlehre zu finden sind, giebt es doch unter hundert Lesern oft nicht einen, der sich eine richtige Vorstellung hiervon macht.

Wir müssen deshalb die Sache noch etwas deutlicher darzustellen suchen.

Jeder Schmied, jeder Schlosser, jeder Feuerarbeiter weiß es aus Erfahrung, daß ein Stück Eisen durch Hämmern heiß wird, ja sogar glühend gemacht werden kann.

Wo kommt aber diese Wärme her? Der Hammer war kalt, der Ambos war kalt und das Eisen war kalt, wieso ist durch das Schlagen Hammer und Ambos warm und das Eisen sogar heiß und glühend geworden? Wo hat denn diese Wärme gesteckt, die jetzt entschieden heraustritt? —

Die Antwort auf diese Frage klingt für den ersten Augenblick etwas sonderbar und doch ist sie so wahr und richtig, wie nur irgend etwas in der Welt.

Die Wärme hat früher im Eisen gesteckt. Sie war gewissermaßen vom Eisen verschluckt und lagerte zwischen den Atomen und weil dies so war, war die Wärme im Eisen verschlossen und deshalb eben fühlte sich das Eisen früher kalt an. Das heißt, das Eisen gab diese verschluckte, verschlossene, zwischen den Atomen gelagerte Wärme nicht von sich. Hämmert man aber auf das Eisen, so werden mit jedem Schlage des Hammers die Atome des Eisens näher aneinander gepreßt, die zwischen ihnen lagernde Wärme wird hinausgedrängt. Die früher verschlossene Wärme tritt jetzt heraus, die Wärme wird jetzt fühlbar und sichtbar.

Freilich haben wir bei dieser Erklärung so gethan, als ob die Wärme eine Art Stoff wäre, der herausgepreßt wird. Das mag nun in Wirklichkeit schwerlich der Fall sein; aber es erleichtert diese Vorstellung das Verständniß über das, was man latente oder in den Massen eingeschlossene Wärme nennt und wir wollen diese Vor-

stellung beibehalten, obgleich die strenge Wissenschaft sich mit Recht dagegen sträuben wird.

Also in Dingen, die sich kalt anfühlen, lagert doch Wärme inwendig zwischen einem Atom und dem andern und diese versteckte Wärme kann durch Pressen, Schlagen, Reiben oder nachhaltiges Drücken sichtbar und fühlbar gemacht werden.

Was aber geschieht, wenn man Dinge gewaltsam ausdehnt?

Dann saugen sie Wärme in sich ein, dann verschlucken sie Wärme aus der Umgebung und machen die Umgebung kalt.

Diese Thatsache läßt sich wohl an festen Massen zeigen, aber besser noch an flüssigen und luftförmigen.

Wenn man sich ein wenig Schwefeläther oder Hoffmannstropfen, die aus Schwefeläther und Alkohol bestehen, auf die flache Hand gießt, so verdunstet die Flüssigkeit schnell, sie verwandelt sich in Gas, und nimmt jetzt einen bedeutend größeren Raum an als früher, das heißt sie dehnt sich aus. Hierbei aber wird man ein Gefühl von Kälte in der Hand empfinden, als ob man Eis d'rin hätte, denn bei der Ausdehnung verschluckt die Masse eine Portion Wärme und entzieht diese der Umgebung und auch der Hand.

Daher ist es allenthalben, wo die Luft dünn ist, also ausgedehnt, wie auf hohen Bergen weit kälter als in den Thälern, wo die Luft unausgedehnter ist. Daher kann man durch starkes Zusammenpressen der Luft in einem verschlossenen Rohr eine solche Hitze erzeugen, daß ein Stückchen Schwamm, welches am Boden des Rohrs befestigt ist, zu brennen anfängt.

Aus all' den und vielen andern Versuchen geht mit vollster Bestimmtheit hervor, daß Massen, wenn sie

Wärme in sich verschlucken, sich ausdehnen, und auch umgekehrt: Massen, die sich ausdehnen, Wärme in sich verschlucken und deshalb die Umgebung abkühlen. Massen dagegen, welche Wärme von sich geben, ziehen sich zusammen und auch umgekehrt: Massen, die man zusammenpreßt, lassen aus sich Wärme ausströmen.

Nach dieser Darlegung werden wir im Stande sein, unserm eigentlichen Thema, der Anziehung und Abstoßung der Atome, etwas näher zu kommen.

IX. Von der Anziehungs- und Abstoßungskraft der Atome.

Da es wahr ist, daß Massen, welche Wärme in sich aufnehmen, sich ausdehnen, so könnte Jemand die Frage aufwerfen, was wird denn aus den Massen, welchen man immer mehr und mehr Wärme zuführt? Würden sie sich unter solchen Umständen immer mehr und mehr ausdehnen und welche Gestalt würden sie hiernach einnehmen?

Die Antwort hierauf ist einfach und bereits durch die Erfahrung gegeben.

Jedermann weiß, daß feste Massen durch Wärme zum Schmelzen gebracht werden, das heißt, die Masse verliert durch die zunehmende Wärme so sehr ihre Anziehung der Atome, daß sie eine Flüssigkeit wird. Geschmolzenes Blei, geschmolzener Zink, geschmolzenes Eisen sind Dinge, die man alltäglich sehen kann. Diese festen Massen, von denen sich sonst ein Atom so schwer vom andern trennt, werden durch Wärme flüssig wie Wasser und lassen sich jetzt beliebig gießen, trennen und theilen, als ob man Wasser vor sich hätte.

Was aber geschieht, wenn man sie noch weiter erhitzt?

Sie verlieren bei stärkerer Erhitzung auch noch die geringe Kraft der Anziehung, welche zwischen den Atomen einer Flüssigkeit herrscht, und verwandeln sich in Gas, das ganz und gar seine Atom=Anziehung verloren hat und in welchem nur die Abstoßungskraft der Atome thätig ist.

Es verdient dieses genauer gekannt zu werden und darum wollen wir uns deutlicher aussprechen.

Die Erfahrung lehrt es, daß man Eis durch Wärme in Wasser verwandeln und Wasser durch Wärme zu Dampf werden lassen kann. So ganz verschieden nun Eis und Wasser und Dampf in ihrem Ansehen und ihrer Natur sind, so weiß es doch schon jedes Kind, daß sie aus ein und demselben Stoff bestehen, daß die Atome immer dieselben sind und ihr verandertes Wesen nur den veränderten Eigenschaften dieser Atome zu verdanken haben.

Im Eise sind diese Atome mit jener Anziehungs= und Abstoßungskraft begabt, die ihre gegenseitige Lage unverschiebbar macht. Daher ist Eis fest. Es kann wie ein fester Körper mit Gewalt zerbrochen, aber nicht durcheinander geschüttelt und umgerührt werden wie Wasser. — Macht man das Eis warm, so verlieren die Atome die Kraft der Anziehung, welche sie unverrückbar aneinander fesselt und die Atome werden nicht nur verschiebbar, sondern es läßt sich auch ein Atom vom andern trennen, das heißt, das Eis wird Wasser. Alles Wasser in der Welt ist also nichts als erwärmtes Eis, oder Eis, das seine bedeutende Atom=Anziehung fast ganz verloren hat. Die Flüssigkeit des Wassers rührt nicht von einer Eigenschaft seiner Atome her, sondern nur von der Wärme, die zwischen den Atomen sitzt und ihre erstarrende Anziehung verhindert. Verliert das Wasser seine

Wärme, so erstarrt es zu Eis, ohne daß sonst seine Natur geändert ist.

Hat man auch durch Wärme Eis in Wasser verwandelt, so haben zwar die Atome des Eises den bedeutendsten Theil ihrer Anziehungskraft verloren, aber diese Anziehungskraft ist doch nicht völlig vernichtet.

Es wird schon Jedermann beobachtet haben, daß zwei Tröpfchen Wasser, die man nahe an einander bringt, sich anziehen und sich zu einem Tropfen vereinigen. Man sieht dies recht deutlich, wenn man zwei Finger in Wasser taucht und die daran hängenden Tröpfchen einander nähert, die Tropfen fließen mit einer gewissen Hast aneinander und bleiben als ein einziger vereinigter Tropfen zwischen den Fingern hängen, woraus man wahrnehmen kann, daß sie mit einer Anziehungskraft begabt sind, welche die Atome des Wassers vereinigt.

Ganz anders aber verhält es sich, wenn man Wasser in Dampf verwandelt. Auch diese Verwandlung geschieht, wie wir wissen, nur durch Wärme. Führen wir dem Wasser Wärme zu, so kocht es, das heißt, es nehmen die Atome des Wassers Luft-Gestalt an und bekommen auch die Eigenschaft der Luft-Atome, nämlich die Eigenschaft, daß ihre Anziehungskraft ganz und gar nicht mehr hervortritt und die Abstoßungskraft thätig ist, so daß die Atome sich vollständig zu fliehen anfangen und nur mit Gewalt aneinander gehalten werden können.

Wie wunderbar diese Abstoßungskraft thätig ist, davon geben Versuche mit Luftarten interessante Beispiele.

Wenn man ein großes Gefäß vollkommen luftleer gemacht hat, was durch eine Luftpumpe bewerkstelligt werden kann, so sollte man glauben, daß, wenn man nur ein ganz klein wenig Luft in das Gefäß hineinläßt, dieses bischen Luft irgendwo liegen bleiben und sich nicht im

ganzen Gefäß ausbreiten würde. Aber dies ist nicht der Fall. Mag das Gefäß noch so groß, und mag das bischen Luft noch so gering sein, so dehnt sich dies bischen Luft doch nach allen Seiten des Gefäßes aus und vertheilt sich gleichmäßig in dem ganzen Raume. — Offenbar rührt das nur davon her, daß die Atome der Luft sich gegenseitig abstoßen und deshalb so weit auseinander fliehen, wie es nur der Raum gestattet.

Ganz dasselbe ist mit jedem Gas, mit jedem Dampf der Fall. In Gasen und Dämpfen herrscht nur die Abstoßungskraft der Atome, während die Anziehungskraft derselben durch die aufgenommene Wärme vollkommen unterdrückt ist. Und wenn wir nun versichern, daß Versuche gezeigt haben, wie Eisen und sonstige Metalle durch Hitze nicht nur flüssig, sondern auch bei Fortsetzung der Erhitzung in Dampf verwandelt werden; und wenn wir hinzufügen, daß dieser Dampf ebenfalls jene ungeheure Ausdehnungskraft besitzt, die den Luftarten eigen ist, so wird ein wenig Nachdenken jeden unserer Leser schon von selber dahin führen, eine große Wahrheit der Naturwissenschaft zu erkennen, welche wir nunmehr näher aussprechen wollen.

X. Wodurch die Dinge fest, oder flüssig, oder gasartig erscheinen.

Diese naturwissenschaftliche Wahrheit, von welcher wir glauben, daß der nachdenkende Leser schon von selber darauf gekommen sein wird, ist folgender:

Es giebt in der Welt weder feste noch flüssige noch gasförmige Massen, die ihrem innersten Wesen nach fest

oder flüssig oder gasförmig sind, sondern sie werden nur so durch den Grad der Wärme, den sie in sich aufnehmen.

Wenn man sagt: Eisen ist eine feste Masse und Wasser ist eine flüssige Masse und Luft ist eine gasförmige Masse, so ist dies nur richtig, wenn man hinzufügt: sie sind es bei der gewöhnlich herrschenden Wärme. Denkt man sich die Wärme fort, so verwandeln sich ganz ohne Zweifel alle Gase in Flüssigkeiten und dann in feste Massen und es gäbe dann gar nichts in der Welt, das nicht fest wäre. Umgekehrt, denkt man sich die Wärme gesteigert, so verwandelt sich jede Flüssigkeit in Gas, so schmilzt jeder feste Körper und wird erst eine Flüssigkeit, um sich bei weiterer Wärme in eine luftartige Masse zu verwandeln.

So weit es der Naturwissenschaft gelungen ist, Versuche mit Wärme und Kälte anzustellen, hat sich das vollkommen bewahrheitet.

Die Naturwissenschaft lehrt künstlich einen außerordentlich hohen Grad von Wärme und ebenso einen sehr hohen Grad von Kälte erzeugen. Den höchsten Grad von Wärme erzeugt man jetzt durch das elektrische Licht, während noch vor wenig Jahren das Knallgas, eine Mischung von Sauerstoff- und Wasserstoffgas, als die höchste Hitze erzeugend angesehen wurde. Die Versuche mit dem Knallgas zeigen, daß selbst der Thon, aus welchem wir bekanntlich unsere Oefen machen und von dem man sonst glaubte, daß er unschmelzbar sei, wie Wachs zusammenschmilzt und eine Flüssigkeit wird in der Flamme des Knallgases. Nur die Kohle erschien bisher unschmelzbar; aber in allerneuester Zeit haben Versuche in Paris ergeben, daß auch diese bis zu einem gewissen Grad durch die Hitze des elektrischen Lichtes flüssig gemacht werden kann.

Man kann daher mit vollster Sicherheit annehmen, daß es gar keinen Stoff giebt, der absolut fest wäre und es auch in allen Arten von Hitze bliebe. Die Hitze macht alle festen Massen flüssig; wenn also irgend eine Masse fest ist, so ist sie nicht von Natur aus fest, sondern nur deshalb, weil es nicht heiß genug ist, sie zu schmelzen und flüssig zu machen. — Alle Flüssigkeiten können durch Hitze in Gas verwandelt werden und dann hören sie auf flüssig zu sein und werden gasförmig. Wenn wir also jetzt eine Flüssigkeit sehen, so können wir durchaus nicht sagen, es sei diese ihrer Natur nach flüssig, sondern ihre flüssige Eigenschaft hängt nur noch von dem Umstand ab, daß es nicht warm genug ist, um sie in Gas zu verwandeln.

In der That giebt es Flüssigkeiten, die nur bei starkem Frost flüssig sind, während sie im gewöhnlichen Wetter schon in Gas verwandelt werden. Cyangas und schweflichte Säure sind nur im strengen Winter durch künstliche Kälte flüssig, während sie sonst gasförmig werden. Eine Flüssigkeit, welche den Namen Chlor-Wasserstoff-Aether führt, geräth schon in's Kochen, wenn man eine Flasche, worin sie sich befindet, mit der Hand erwärmt. Wenn nun auch die meisten Flüssigkeiten nicht so leicht ins Kochen gerathen und sich in Gas verwandeln, so steht doch so viel fest, daß sie alle sammt und sonders in Gas verwandelt werden können, sobald man ihnen Wärme in genügender Masse zuführt.

Ganz eben so aber, wie die Wärme alle festen Körper flüssig und alle Flüssigkeiten gasförmig macht, ebenso vermag die Kälte ganz unzweifelhaft alles in der Welt in feste Massen zu verwandeln.

Zwar kann man bis jetzt noch nicht eine so außerordentliche Kälte künstlich erzeugen, wie es etwa mit der

Wärme der Fall ist. Die Hitze des elektrischen Lichtes ist so groß, daß man sie gar nicht durch Grade bezeichnen kann. Die Hitze, unter welcher Thon schmilzt, wird auf fast 3000 Grad geschätzt. Die Hitze in unserm gewöhnlichen Ofenfeuer ist nahe an 600 Grad stark, während in Eisengießereien der Ofen eine Hitze von mindestens 1600 Grad haben muß. So große Kälte kann man künstlich nicht erzeugen und auch in der Natur hat man die größte Kälte auf etwa 50 Grad geschätzt. Die größte künstliche Kälte ist von dem französischen Naturforscher Thilorier erzeugt worden und sie belief sich auf circa 78 Grad. In dieser Kälte wird Quecksilber so hart, daß man es hämmern kann. Aether, Alkohol und sonstige Flüssigkeiten, die man niemals glaubte in feste Massen verwandeln zu können, erstarren zu Eis. Ja die Kohlensäure, die reines Gas ist, wird in dieser Kälte starr und fest. Andere Gase werden in der Kälte zu Flüssigkeiten und es unterliegt nach zahlreichen Versuchen keinem Zweifel mehr, daß man selbst unsere Luft durch Kälte in eine Flüssigkeit wird verwandeln können, wenn man nur erst die Erfindung gemacht haben wird, einen genügend hohen Grad von Kälte künstlich zu erzeugen.

Ist dies aber richtig, so hört jeder Begriff von Festigkeit, Flüssigkeit oder Gasform der Massen vollständig auf, denn die Massen sind ihrer Natur nach weder das eine noch das andere und erscheinen nur entweder fest oder flüssig oder gasförmig, je nachdem die Wärme stark oder schwach auf sie eingewirkt hat.

XI. Der Einfluß der Wärme auf die Atome.

Um die Wichtigkeit einzusehen, welche in der Kenntniß des Einflusses der Wärme auf alle vorhandenen Massen liegt, müssen wir den Blick weit hinaus auf die Entstehung aller festen Massen, auf die Entstehung der ganzen Erde richten.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Erde einmal ganz und gar flüssig gewesen; und daß auch jetzt noch nur eine verhältnißmäßig dünne Schale der Erde die harte Oberfläche bildet, auf welcher wir leben. Man schätzt die Dicke dieser harten Schale auf nicht mehr als etwa zwanzig Meilen. Könnte man ein Loch bis zu dieser Tiefe bohren, so würde man bis zum Mittelpunkt der Erdkugel noch einen Weg von etwa 800 Meilen haben; man hat sich also die Erde als eine Kugel zu denken, die in ihrem innern allergrößten Theile flüssig und mit einer dünnen Decke harter Stoffe versehen ist, die den festen Boden der Oberfläche bildet.

Da feuerspeiende Berge durch ihr Auswerfen geschmolzener Gesteine beweisen, daß das Innere der Erde nur durch die hohe Wärme, die in derselben herrscht, flüssig gehalten wird, so fragt es sich, woher die harte Schale der Oberfläche gekommen ist? und hierauf giebt die Wissenschaft die Antwort, daß sie durch Abkühlung entstanden ist, ganz so wie es bei einer großen geschmolzenen Masse der Fall ist, die im Innern heiß und flüssig bleibt, wenn ihre Oberfläche durch Abkühlung erhärtet.

Hieraus aber folgt, daß der Raum, durch welchen die Erde sich bewegt, daß der Weltraum kalt ist, sonst könnte sich ja die Schale der Erde nicht darin abgekühlt haben. Der französische Gelehrte Fourier schätzt diese Kälte des Weltraumes oder wenigstens des Raumes, in welchem sich die Planeten bewegen, auf 50 Grad.

Geht man nur noch weiter zurück auf die Geschichte der Entstehung der Erde, so geräth man auf die Vermuthung, daß sie einst nur eine ungeheure Gaskugel war, deren Atome in einer durch die Wissenschaft nicht zu erklärenden Weise sich angesammelt haben. Erst nach dieser Epoche wurde durch die Abkühlung im Weltraume diese Gaskugel nach und nach eine flüssige feurige Kugel von bedeutend kleinerem Umfang, die dann durch weitere Abkühlung diejenige Schale erhielt, welche die jetzige Oberfläche bildet.

Es entsteht nun aber hierbei folgende Frage: Alle bisherigen Versuche haben gezeigt, daß wenn einmal Massen soviel Wärme in sich aufgenommen haben, daß sie gasförmig werden, dann äußern die Atome keine Anziehung auf einander, es herrscht vielmehr eine Abstoßungskraft zwischen diesen Atomen vor, und die Atome entfernen sich von einander, so weit es eben der Raum gestattet. Nimmt man also an, daß die Erde einmal nur eine ungeheure Gaskugel gewesen ist, so fragt es sich, weshalb haben sich die Atome derselben nicht durch den ganzen Weltraum zerstreut? Weshalb überwog nicht die Abstoßungskraft, die in solchem Falle vorherrscht, derart, daß eine vollständige Auflösung der Erde erfolgte? —

Die Antwort hierauf ist folgende:

Es giebt außer der Anziehungskraft der Atome, die wir bisher kennen gelernt haben, noch andere Anziehungskräfte, welche dem unendlichen Zerstreuen gasförmiger Massen eine Grenze setzen, und namentlich giebt es eine Anziehungskraft, welche in zwei wesentlichen Punkten von der bisher besprochenen Anziehungskraft der Atome verschieden ist.

Von der Anziehungskraft, die wir bisher besprochen

haben, wissen wir, daß sie nur zwischen Atomen wirkt, welche sehr nahe aneinander gerückt sind. Wenn ein Stück Eisen eine Festigkeit hat und seine Atome also sich gegenseitig anhaften, so wissen wir, daß dies aufhört, sobald man mit Gewalt das Stück zerbrochen oder ein Stück davon in irgend einer andern Weise getrennt hat. Die Atome, einmal auseinander gerissen, vereinigen sich nicht wieder, wenn man sie an einander bringt, weil man nicht im Stande ist, sie stark genug an einander zu pressen, um sie wieder so nahe aneinander zu bringen, daß sie sich anziehen können. Die Anziehungskraft zwischen Atom und Atom wirkt nur, wenn sie sich außerordentlich nahe sind, hat man sie aber von einander entfernt, so hört diese Anziehung auf zu wirken. Wenn zwei Wassertropfen sich berühren, springen sie in einander und bilden einen einzigen Tropfen; aber sobald die Berührung nicht stattfindet, ziehen sie nicht einander durch ihre Atom-Anziehung an.

Ganz anders aber ist es mit der neuen Anziehungskraft, die wir nunmehr kennen lernen werden; sie wirkt bis in unendliche Entfernungen und übt ihren Einfluß, wie wir sehen werden, auf unzählige Millionen Meilen aus.

Der zweite Unterschied liegt darin, daß die Atomanziehung, wie wir gesehen haben, abhängig ist von der Wärme, während die Anziehungskraft, die wir jetzt betrachten wollen, durch Wärme weder gesteigert noch geschwächt wird.

XII. Die Anziehungskraft der Massen.

Diese neue Anziehungskraft nennt man die Anziehung, die Massen auf einander ausüben, man bezeichnet sie

wissenschaftlich mit dem Namen „Gravitation" oder in Bezug auf Anziehung der Erde „die Schwere". —

Wunderbar ist es, daß in der Menschengeschichte viele Jahrtausende vorübergingen, ohne daß die Denker eine Ahnung hatten von diesem Gesetz der Anziehung, obgleich alles, was auf der Erde steht und geht sich regt und bewegt, einzig und allein durch die Anziehung der Erde seinen Bestand hat.

Wenn man bedenkt, daß alles in der Welt dieser Anziehungskraft ausgesetzt ist und dennoch Tausende und Tausende von Menschengeschlechtern auf der Erde gelebt haben ohne eine Ahnung dieser unendlichen Kraft, so möchte man die Menschheit vergleichen mit einem Kinde, welches auf einem Seeschiff geboren und erzogen an das ewige Schaukeln seines Wohnorts so gewöhnt ist, daß es sich darüber gar nicht wundert; dafür aber im höchsten Grade erstaunt ist, wenn es an's Land gebracht wird und nun durchaus erforschen will, weshalb sich das Festland nicht hin und herschaukelt.

Die Tausende und Abertausende von Menschengeschlechtern vor dem Entdecken dieser Anziehung durch den großen Naturforscher Newton haben nur darum keine Ahnung von dieser Anziehungskraft gehabt, weil jeder einzelne Mensch von dem ersten Augenblick der Geburt bis zum letzten Augenblick des Todes sich und alles ringsumher dem Gesetze der Anziehung gehorchen sah. Sie ahnten diese allmächtige Kraft nicht, gerade weil sie nie Gelegenheit hatten, etwas zu sehen, worauf diese Kraft nicht wirkt. Die Gewohnheit an der Erscheinung dieser Kraft ließ sie gar nicht vermuthen, daß eine solche Kraft vorhanden ist.

Darum aber hält es auch jetzt noch schwer, einem Menschen, der noch nichts von dieser Anziehungskraft ver-

nommen, dieselbe deutlich zu machen, obgleich nichts in der Welt existirt, das nicht ein Beweis dieser Kraft ist.

Warum fällt ein Stein, den man von der Erde aufhebt und losläßt, wieder in gerader Linie zurück zur Erde? — Die unwissenden Philosophen des Mittelalters sagten, daß das am Steine liege. Derselbe sei von der Erde genommen und habe deshalb das Bestreben, zur Erde zurückzukehren. Jetzt weiß man es besser. Nicht durch die Philosophen, denn diese spielen noch heutigen Tages mit ähnlichen thörichten Gedanken, wie die des Mittelalters; sondern durch die Naturforscher, die erkannt haben, daß es nicht am Stein liege und nicht von der Sehnsucht desselben nach seinem Ursprunge abhänge, sondern daß es die Anziehungskraft der Erde ist, die den Stein anzieht und wie den Stein alles Andere anzieht, was sich nur von Masse auf derselben befindet.

Die Anziehungskraft der Erde ist es, welche es bewirkt, daß die Erdkugel von allen Seiten bewohnt und belebt ist, daß Menschen und Thiere sich auf ihr bewegen können, obgleich die Menschen und Thiere auf der einen Seite der Kugel gerade umgekehrt gehen und stehen als auf der andern. Hätte die Erde keine Anziehungskraft, so würde jeder Stein, der in die Höhe geworfen wird, sich in den unendlichen Raum fort und fort bewegen und nie zur Erde zurückkehren. Ja, jedes Thier, jeder Mensch würde durch den leisesten Sprung sich von der Erde fortbewegen und niemals zu ihr wieder herabkommen. Die Anziehungskraft der Erde ist es, die den Regen, Schnee und Hagel, wie den Vogel, der in der Luft schwebt, abwärts zieht. Die Anziehungskraft der Erde ist es, die alle Gewässer von den Höhen nach der Tiefe zieht und dort große Meere über den Tiefen bildet. Die Anziehungskraft der Erde ist es, die es verhindert, daß nicht

der leiseste Wind Häuser und Berge aus ihren Fundamenten hebt und fortträgt. Die Anziehungskraft der Erde ist es, die jedes Sonnenstäubchen zu Boden sinken läßt und die Anziehungskraft der Erde ist es, die den Mond in einer Entfernung von 50,000 Meilen in seiner Bahn festhält und es bewirkt, daß er sich nicht in dem Weltraum verliert.

Wir werden diese Anziehungskraft näher kennen zu lernen suchen, die nicht nur zwischen Erde und Mond, sondern auch zwischen Erde, Mond und Sonne herrscht, zwischen der Sonne und allen ihren Planeten, ja zwischen der Sonne und sämmtlichen Sonnen des unendlichen Raumes, sämmtlichen Sternen, die am nächtlichen Himmel ihr Licht bis zu unserm Auge senden. Wir werden diese Kraft näher kennen lernen, die in Fernen wirkt, von denen der menschliche Geist sich keine bildliche Vorstellung mehr machen kann, und dann werden wir sehen, daß trotz ihrer großartigen in die fernsten Fernen sich kund thuenden Wirkungen, diese Kraft doch nur ihren Sitz hat in den unendlichen kleinen Atomen der Masse, die wir bereits kennen gelernt haben.

XIII. Woher es kommt, daß wir der Anziehung der Erde Widerstand leisten können?

Was die Vorstellung von der Anziehungskraft der Erde bei vielen Menschen, selbst bei sonst gebildeten Menschen sehr verwirrt, ist Folgendes:

Wie? fragen Manche, die hierüber nachdenken, wenn die Erde wirklich eine so große Kraft der Anziehung besitzt, daß sie bis auf den Mond wirkt, wie kommt es, daß wir ganz ohne Beschwerde im Stande sind, den Fuß von

der Erde zu heben? Wieso können wir unsere Glieder zur Höhe bewegen, weshalb können wir uns aufrichten, wenn wir an der Erde liegen? Woher kommt es, daß wir einen Stein in die Höhe werfen können? Warum zieht ihn die Erde zurück, wenn er hoch in der Luft schwebt, weshalb thut sie dies nicht sogleich, wenn wir ihn werfend loslassen? Woher rührt es, daß wir der Anziehungskraft der Atome in einem festen Körper so schwer entgegen wirken können, so daß es außerordentliche Mühe macht, einen dünnen Eisenstab zu zerbrechen, während wir fast ohne Mühe der Anziehungskraft der Erde entgegen zu wirken vermögen?

Um sich hierüber eine klare Antwort zu geben, muß man eben die Natur der Anziehungskraft der Erde etwas genauer kennen lernen.

Die Anziehungskraft der Erde ist anders, als die Anziehungskraft, die wir bereits kennen gelernt haben und die in den Atomen fester Körper herrscht.

Die Anziehungskraft, die zwischen zwei Atomen einer festen Masse wirksam ist, herrscht nur, wenn die Atome sich außerordentlich nahe sind und hört vollständig auf, wenn man sie gewaltsam von einander entfernt hat. Will nun Jemand eine feste Masse zerbrechen, so muß er die ganze Anziehungskraft der Atome vernichten, und das ist in gewissen Massen sehr schwierig. Die Anziehungskraft der Erde aber wirkt in der Nähe und in der Ferne, und wenn auch diese Anziehungskraft mit der Entfernung etwas abnimmt, — was wir sogleich näher betrachten werden — so ist dies doch nur in jedem Moment eine ganz unbedeutende Abnahme dieser Kraft, und darum reicht eine ganz geringe Kraft hin, einen Gegenstand von der Erde aufzuheben.

Wir wollen uns hierüber deutlicher auszusprechen suchen.

Wenn ich einen Stein von der Erde aufnehme und ihn einen Zoll hoch hebe, so habe ich die Anziehungskraft der Erde auf den Stein keineswegs vernichtet, sondern nur um etwas vermindert. Aber diese Verminderung ist so gering, daß die allerfeinsten Instrumente nichts von dieser Veränderung zeigen könnten. Es ist ganz unzweifelhaft, daß ein Stein, der auf der Erde liegt, von dieser stärker angezogen wird, als es der Fall ist, wenn er einen Zoll hoch von der Erde entfernt ist. Wenn solch' ein Stein auf der Erde liegend ein Pfund schwer ist, so wird er einen Zoll hoch gehoben etwas weniger als ein Pfund wiegen; aber dieser Unterschied ist so gering, daß er für alle Instrumente in der Welt vollkommen unmerkbar ist. — Man besitzt jetzt so außerordentlich feine Waagschalen, welche von den Chemikern gebraucht werden, daß sie fast ganz unbemerkbare Unterschiede im Gewicht sehr deutlich machen. Wenn man auf eine solche Waagschale eine kleine Bleikugel und eine große Papierkugel bringt, die ganz gleich wiegen und läßt sie eine kurze Zeit liegen, so zeigt es sich, daß die Papierkugel anfängt schwerer zu werden, und das rührt daher, daß sich auf beide Kugeln etwas Staub auflegt, der in der Luft schwimmt; und da sich auf die kleine Bleikugel weniger Staub auflegt, als auf die große Papierkugel, so sinkt die Papierkugel nach unten, nicht weil sie selber schwer geworden ist, sondern weil auf ihr mehr Stäubchen ruhen. — Trotz dieser feinen Empfindlichkeit einer solchen Waage würde sie doch nichts davon verrathen, daß ein Gewicht etwas verloren hat, wenn man es vom Keller nach dem Boden eines Hauses bringt.

Brächte man nun eine solche Waage derart auf dem

Bodenraum eines Hauses an, daß die eine Schale oben auf dem Boden und die andere an langen Fäden unten im Keller des Hauses hinge, so müßte eigentlich ein Loth, das man im Kellerraum in die eine Schale legt, schwerer wiegen, als das Loth, das man oben im Bodenraum auf die andere Schale bringt. Denn im Keller ist das Loth der Erde näher und wird kräftiger von derselben angezogen, als das Loth auf dem Boden. Aber trotzdem wird selbst die empfindlichste Waage keinen Unterschied merken lassen, denn der Unterschied ist viel zu klein.

Ganz anders wäre es freilich, wenn man eine solche Waage eine Meile hoch über der Erde aufhängen, und die eine Schale derselben oben, die andere unten in der Nähe des Erdbodens anbringen könnte. In einer solchen Waage würde es sich schon außerordentlich merken lassen, daß ein Pfund oben und ein Pfund unten in die Schale gelegt nicht mehr gleich wiegt, vielmehr das Pfund unten, weil es der Erde näher ist, schwerer wiegt als das obere, und eine Rechnung zeigt, daß man oben in die Waagschale etwa 56 Gran, also fast ein Quentchen, zulegen müßte, um sie mit der untersten im Gleichgewicht zu erhalten.

Wir werden später sehen, daß man solch' phantastische unausführbare Versuche nicht anzustellen braucht, um den Unterschied der Anziehung der Erde in der Nähe und Ferne kennen und messen zu lernen; für jetzt hoffen wir jedoch, wird unsere Darlegung genügen, den Beweis zu liefern, daß man mit der Entfernung eines Gegenstandes von dem Erdboden in jedem Moment nur eine ganz unendlich kleine Kraft der Erdanziehung schwächt und daß deshalb auch keine so große Kraftanstrengung hierzu nöthig ist, wie zum Losreißen eines Atoms vom andern,

wo die Anziehungskraft mit einem Moment ganz vernichtet werden soll.

XIV. Wie die Anziehung der Erde mit der Entfernung abnimmt.

Wenn wir im vorherigen Abschnitt vorausgesetzt haben, daß die Anziehungskraft der Erde abnimmt mit der Entfernung von derselben, so wollen wir nun das Gesetz kennen lernen, welches bestimmt, um wieviel diese Anziehungskraft bei jeder Entfernung verliert.

Der mächtige Geist des großen Naturforschers Newton, der eben die Anziehungskraft der Erde und aller Himmelskörper bewiesen hat, hat auch zugleich das Maß bestimmt, nach welchem die Anziehung abnimmt in der Entfernung, und dieses von Newton bereits vor zweihundert Jahren entdeckte Gesetz hat sich nicht nur bis jetzt bestätigt gefunden, sondern es ist die Grundquelle der ganzen astronomischen Wissenschaft, ja fast der ganzen Naturforschung geworden.

Nach diesem Gesetz ist die Anziehungskraft desto größer, je größer die Massen sind. Die Erde besitzt eine große Anziehungskraft, weil sie eine große Masse ist. Würde durch irgend welchen Umstand die Erde einen Theil ihrer Masse verlieren, so würde in demselben Verhältniß ihre Anziehungskraft schwächer werden. Würde die Hälfte der Erde irgendwie verloren gehen, so würde der Erde nur die Hälfte der Anziehungskraft verbleiben. Ein Planet, der nur den dritten Theil der Masse besitzt, die die Erde hat, hat auch nur ein Drittel ihrer Anziehungskraft. Der Mond, der siebzigmal weniger Masse hat als die Erde, besitzt auch nur den siebzigsten Theil

ihrer Anziehungskraft. Die Masse der Sonne, die 355000mal größer ist, als die Erde, giebt ihr auch eine 355000mal stärkere Anziehungskraft, als die Erde besitzt.

Aber all' dies gilt nur, wenn es sich um die Anziehungskraft eines Gegenstandes handelt, der von den anziehenden Massen gleich weit entfernt ist; ändert sich die Entfernung, so ändert sich auch die Anziehungskraft; und zwar nach einem Gesetz, das wissenschaftlich mit den wenigen Worten ausgedrückt wird: „die Anziehungskraft nimmt ab mit dem Quadrat der Entfernung."

Es verdient dieses Gesetz von All' und Jedem mindestens im Allgemeinen begriffen zu werden und deshalb wollen wir es deutlicher zu machen suchen.

Denken wir uns auf dem Tisch eine feste Kugel, welche eine gewisse Anziehungskraft besitzt, und legen wir eine zweite Kugel einen Fuß weit entfernt von ihr nieder, so wird diese zweite Kugel von der ersten angezogen werden. Legen wir nun eine dritte Kugel auf den Tisch und zwar zwei Fuß von der ersten Kugel entfernt, so wird auch diese dritte Kugel von der ersten angezogen werden, aber weit schwächer als die zweite. Die Anziehungskraft hat mit der Entfernung abgenommen. So weit wird wohl Jedermann die Sache einleuchtend finden; aber wenn man fragt: gut, die entfernteste Kugel wird schwächer angezogen, als die nahe; aber um wieviel wird sie schwächer angezogen? so wird höchst wahrscheinlich Jeder denken: nun, die eine Kugel ist einen Fuß von der anziehenden Kugel, die andere aber ist zwei Fuß, also zweimal so weit entfernt von derselben, folglich wird die Anziehung auf die entfernte Kugel auch zweimal so schwach als auf die erste wirken! —

Das aber ist ein Irrthum. Newton hat bewiesen, daß die Anziehung auf die Kugel, die zweimal so entfernt

ist, viermal schwächer wirkt. Würde sie drei Fuß entfernt liegen, so würde sie neunmal schwächer angezogen werden als die Kugel, die nur einen Fuß von der anziehenden Kugel entfernt ist. Läge sie viermal so weit entfernt, so würde sie sechszehnmal so schwach angezogen werden. Mit einem Worte: Mit jedem Fuß Entfernung würde die Schwäche der Anziehung wachsen und zwar so wachsen, wie das Maß der Entfernung mit sich selbst multiplizirt, wächst. Bei zweimaliger Entfernung wird die Anziehung viermal schwächer, weil zwei mal zwei vier ist. Bei dreimaliger Entfernung wird die Anziehung neunmal schwächer, weil drei mal drei neun ist. Bei viermaliger Entfernung wird die Anziehung sechszehnmal schwächer, weil vier mal vier sechszehn ist. Eine fünfmalige Entfernung würde aus demselben Grunde die Anziehung fünfundzwanzigmal schwächer machen; eine sechsmalige würde sechsunddreißig, eine siebenmalige würde die Anziehung neunundvierzigmal schwächer machen. Und so weiter bei jedesmaliger Entfernung wird die Anziehungskraft um so viel verlieren, als die Entfernungszahl mit sich selbst multiplizirt beträgt; oder wie man es wissenschaftlich ausdrückt, so viel wie das Quadrat der Entfernung beträgt.

Und dies Gesetz, das Newton entdeckt hat, bestätigt sich auf's vollständigste durch das ganze Bereich der Natur. Dies Gesetz hat sich an allen Bewegungen der Himmelskörper bewährt, selbst an solchen, von denen man zu Newtons Zeit gar keine Ahnung hatte. Ja, es ist dies ein Gesetz, das nicht nur in Bezug auf die Erde, auf den Mond, auf die Sonne, auf die Planeten und Kometen vollkommene Geltung hat, sondern in den unendlichen Fernen der Fixsterne hat man in diesem Jahrhundert Doppelsterne entdeckt, wo zwei Sonnen sich um einander

bewegen, indem sie sich stets gegenseitig anziehen und auch diese Anziehungen, die in so entlegenen Strecken vor sich gehen, daß jeder Begriff solcher Ferne dem menschlichen Geist entschwindet, auch diese Anziehungen folgen dem Gesetz Newtons, das wir hier in den allgemeinsten Zügen deutlich zu machen suchten.

XV. Das Gesetz des Falles.

Wir wollen die Anziehungskraft der Massen noch etwas näher kennen lernen und hierzu die Gesetze des Falles deutlich zu machen suchen, die gewiß für jeden denkenden Leser höchst interessant sein müssen.

Wir wissen, daß es die Anziehungskraft der Erde ist, welche es bewirkt, daß alle Dinge, die man in der Höhe frei sich selbst überläßt, zur Erde herabfallen. Es wird ferner schon Jeder beobachtet haben, daß ein Stein, der aus dem Fenster des ersten Stockwerks an die Erde fällt, weit weniger kräftig aufschlägt als ein Stein, der vom Dach fällt, und daß er erst langsam zu fallen anfängt und dann mit immer wachsender Geschwindigkeit zur Erde stürzt.

Das alles sind ganz richtige Wahrnehmungen und sind, wie wir zeigen werden, durch die Gesetze der Anziehung der Erde begründet. Durch diese Gesetze aber ist das Fallen der Körper derart genau bestimmt, daß man mit vollkommenster Gewißheit angeben kann, wie lange es dauert, bevor ein Stein, von einer Thurmspitze fallend, die Erde erreicht und wie stark der Stoß sein wird, mit dem er anprallt. Ja, diese Bestimmungen, die man die Gesetze des Falles nennt, sind so sicher, daß man aus einem fallenden Stein viel Wichtiges lernen kann. Ist

z. B. ein Stein von der Spitze eines Thurmes zur Erde gefallen und man hat sich genau die Zeit gemerkt, die er dazu gebraucht hat, um von oben herabzukommen, so kann man hieraus mit der vollsten Genauigkeit berechnen, wie hoch der Thurm ist. Oftmals findet man Steine in der Erde, aus deren Lage man merkt, daß sie aus der Luft herabgefallen sein müssen, denn sie sind so stark in die Erde eingeschlagen, daß sie tief unter der Oberfläche liegen. Wiegt man einen solchen Stein genau und untersucht man hierzu die Tiefe des Loches, das er in die Erde gemacht und die Beschaffenheit des Bodens, auf welchem dies geschah, so lehren die Gesetze des Falles sehr genau bestimmen, von wo herab der Stein gekommen sein muß, welchen Weg er dabei genommen, mit welcher Geschwindigkeit er anprallte, und welche Zeit er zu seiner Luftreise gebraucht hat. Ja, man hat aus solchen Steinen jetzt bewiesen, daß sie zuweilen gar nicht von der Erde herstammen, sondern kleine Himmelskörper sind, die man Nachts als Sternschnuppen leuchtend durch den Himmelsraum laufen, und zuweilen als Feuerkugeln herabfallen sieht. — Es sind dies die Meteorsteine, welche die abergläubischen Menschen der Vorzeit als Donnerkeile oder als Teufelsfinger ansahen, und welche der unsterbliche Naturforscher Bessel benutzt hat, um durch Pendelversuche auf's klarste zu beweisen, daß die Erde nicht nur irdische, von der Erde herstammende Dinge, sondern auch ihr ganz fremde Körper anzieht, und zwar genau mit derselben Kraft, als ob sie irdische Dinge wären.

Indem wir nun zu dem interessanten Gesetze des Falles kommen, müssen wir vor Allem einen sehr verbreiteten Irrthum berichtigen.

Im gewöhnlichen Leben glaubt man, daß ein leichtes Ding langsamer zur Erde fällt als ein schweres. Und

wirklich, wenn wir ein Stückchen Papier, eine Feder, oder sonst etwas Leichtes zum Fenster hinabwerfen, sehen wir, daß es sich lange in der Luft erhält, daß es sich wendet und dreht, bevor es zur Erde herabkommt, während ein Stein oder sonst ein schweres Ding seinen Weg geradezu und sehr schnell zur Erde herab nimmt. Wer hieraus schließt, daß leichte Dinge langsamer von der Erde angezogen werden als schwere, der irrt sich. Die leichten Dinge sind nur nicht im Stande, die Luft so schnell zu verdrängen, die sie auf ihrem Wege finden. Die Luft hält sie daher eine kleine Weile auf und hemmt ihren Lauf. Ja, wenn leichte Dinge so gebaut sind, daß sie die Luft in einer Art Schirm auffangen, so schweben sie äußerst langsam zur Erde nieder. Vor Kurzem haben wir in Berlin das schöne Schauspiel der Fallschirme gehabt, die durch Luftballons in die Höhe genommen worden sind, und die dann abgeschnitten sich ausbreiteten und indem sie in ihrem weiten bauchigen Raum großen Widerstand in der Luft fanden, langsam mit ihrer Last zur Erde herabschwebten. Jetzt machen sich schon die Kinder auf den Straßen solche Fallschirme aus Seidenpapier, die sie Luftballons nennen, und wenn sie genau gearbeitet, richtig belastet und hoch genug geworfen werden können, gewähren sie einen angenehmen Anblick in ihrem sanften Herabschweben zur Erde.

Wie solchem Fallschirme ergeht es jedem leichten Gegenstande, der durch die Luft fällt; die Luft hält ihn im Fallen auf und verzögert sein Herabkommen zur Erde, während schwere Gegenstände die Luft leichter durchschneiden und schneller ihren Weg herab durchlaufen. Es ist also nicht wahr, daß die Erde leichte Dinge langsamer an sich zieht. Die Anziehungskraft der Erde wirkt auf leichte und schwere Dinge ganz gleich und Versuche zeigen, daß

im luftleeren Raum eine leichte Feder und ein Zentner Eisen mit ganz gleicher Geschwindigkeit zur Erde herabstürzen.

Durch folgenden leichten Versuch kann sich Jeder hiervon überzeugen:

Man nehme einen harten Thaler und lege darauf ein kleines Stückchen Papier und lasse Beides von einer beliebigen Höhe zur Erde fallen und man wird sehen, daß Papier und Thaler gleich geschwind zur Erde gelangen. Der Thaler hat hierbei nur die Luft verdrängt und dem Stückchen Papier das Hinderniß seines Falles beseitigt und unter solchen Umständen fällt es eben so schnell zur Erde wie der Thaler.

XVI. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Falls?

Die Erde also zieht leichte und schwere Gegenstände gleich geschwind zu sich heran oder sie fallen, wie man sich ausdrückt, mit ganz gleicher Geschwindigkeit zur Erde.

Wie groß aber ist diese Geschwindigkeit?

Genaue Versuche haben gelehrt, daß ein Gegenstand, den man zur Erde fallen läßt, in der ersten Sekunde fünfzehn Fuß herabfällt. Das heißt: die Erde zieht ihn in der Sekunde fünfzehn Fuß zu sich herab.

Zwar fällt der Gegenstand in dieser Sekunde nicht gleichmäßig schnell. Zu Anfang der Sekunde geht er fast unmerklich langsam. In der Mitte der Sekunde hat er seine richtige Geschwindigkeit und am Ende der Sekunde fällt er am schnellsten. Jedoch alles in allem zusammengerechnet, fällt er in der ersten Sekunde fünfzehn

Fuß herab und zwar, was er in der ersten Hälfte der Sekunde zu langsam fiel, holt er in der zweiten Hälfte der Sekunde ein.

Da die genauesten Versuche dies bestätigt haben, so wissen wir, daß jeder Gegenstand, oder jeder Körper, wie man sich wissenschaftlich ausdrückt, in der ersten Sekunde seines Falles fünfzehn Fuß durchläuft.

Wie viel aber durchläuft er, wenn er zwei Sekunden fällt.

Das wollen wir gleich sehen; aber wir müssen ein klein wenig die Sache überlegen, denn die Frage ist gar nicht so leicht zu beantworten, wie man meinen sollte.

Nehmen wir an, es hätte Jemand einen Stein vom Dache eines Thurmes fallen lassen und dieser Stein wäre schon eine Sekunde gefallen, hätte also seine fünfzehn Fuß abwärts gemacht. Fragen wir nun, wie viel Raum wird er in der zweiten Sekunde durchlaufen, so müssen wir bedenken, daß der Stein zu Ende der ersten Sekunde gerade eine noch einmal so große Geschwindigkeit hatte als in der Mitte der ersten Sekunde. Denn zu Anfang der ersten Sekunde hatte er noch gar keine Geschwindigkeit; zu Ende der ersten Sekunde hatte er die größte Geschwindigkeit und daraus folgt, daß er in der Mitte der ersten Sekunde die richtige Geschwindigkeit hatte. Er ist Anfangs langsam und am Ende schnell gefallen, so daß er in der Mitte der Sekunde gerade mit dem richtigen Maß der Geschwindigkeit fiel. Bedenkt man hierbei, daß der Stein im letzten Moment gerade einholte, was er im ersten zu langsam gefallen ist, so gelangt man bei genauem Nachdenken darauf, daß der Stein zu Ende der ersten Sekunde genau die zweimal so große Geschwindigkeit hatte, als in der Mitte dieser Sekunde. Da er aber in der Mitte dieser Sekunde die richtige Geschwindigkeit

von fünfzehn Fuß pro Sekunde besaß, so folgt daraus, daß der Stein am Ende der ersten Sekunde mit einer Geschwindigkeit begabt ist, die ihn zweimal fünfzehn, also dreißig Fuß pro Sekunde zur Erde treibt.

Würde nun die Erde den Stein während der zweiten Sekunde gar nicht anziehen, so würde er schon durch seine vom Ende der ersten Sekunde herrührende Geschwindigkeit zweimal fünfzehn Fuß laufen. Aber die Erde zieht ihn in der zweiten Sekunde wieder fünfzehn Fuß an sich und daraus folgt, daß er in der zweiten Sekunde dreimal fünfzehn Fuß durchfallen muß.

Diese fünfzehn Fuß, die ihn die Erde in der zweiten Sekunde anzieht, sind aber wieder so beschaffen, daß er zu Ende derselben eine Geschwindigkeit hat, die doppelt so groß ist, als die mittlere. Der Stein würde also, wenn wir ihn weiter fallen lassen, in der dritten Sekunde ohne Anziehungskraft der Erde schon eine Geschwindigkeit haben, erstens: aus dem Ende der ersten Sekunde von zweimal fünfzehn Fuß und zweitens aus dem Ende der zweiten Sekunde wieder zweimal fünfzehn Fuß. Er würde also, wenn die Erde ihn während der dritten Sekunde gar nicht anziehen würde, mit einer Geschwindigkeit von viermal fünfzehn Fuß sich zur Erde bewegen. Da aber in der dritten Sekunde die Erde ihn wieder fünfzehn Fuß zu sich zieht, so bewegt er sich in dieser mit einer Geschwindigkeit von fünfmal fünfzehn Fuß.

Man nennt die fünfzehn Fuß, die ein Gegenstand immer in der ersten Sekunde fällt, einen Fallraum. Fiel also der Stein in der ersten Sekunde einen Fallraum, fällt er in der zweiten, wie wir gesehen haben, 3 Fallräume, und in der dritten 5 Fallräume, und es läßt sich zeigen, daß er in der vierten 7, in der fünften Sekunde 9 Fallräume fallen würde u. s. w.

Sehen wir uns nun diese Zahlen an, so finden wir, daß sie der Reihe nach die ungeraden Zahlen 1, 3 5, 7, 9 sind, und Beobachtung und Berechnung zeigen wirklich, daß dies so fort geht und in jeder neuen Sekunde die Fall-Geschwindigkeit sich immer wie die nächste ungerade Zahl steigert.

XVII. Nähere Betrachtung der Fall-Geschwindigkeit.

Das Gesetz vom Fallen der Körper ist von so großer Wichtigkeit in der Naturwissenschaft, daß man seine Entdeckung als eine der bedeutsamsten in der Geschichte der Wissenschaft anzusehen hat. Das beste hieran aber ist, daß es außerordentlich leicht wird, diese Gesetze zu begreifen und Fragen, die ehedem ganz unlösbar erschienen sind, zu beantworten.

Wir wollen dies durch ein Beispiel zeigen und bitten um die Aufmerksamkeit unserer Leser, mit der Versicherung, daß die folgende Berechnung, die für den ersten Augenblick schwierig aussieht, im Grunde genommen kinderleicht ist.

Zu diesem Zweck werfen wir die Frage auf: wie viel Fuß durchläuft ein Stein, der in 6 Sekunden von irgend einer Höhe auf die Erde herabfällt?

Die Antwort hierauf ist einfach folgende:

In der ersten Sekunde fällt er einen Raum von fünfzehn Fuß und diesen Raum wollen wir immer mit dem Namen „Fallraum" bezeichnen. Also in der ersten Sekunde durchläuft der Stein einen Fallraum.

Wie wir nun im vorhergehenden Abschnitt gezeigt haben, steigert sich die Geschwindigkeit des Falles und zwar

derart, daß er während der zweiten Sekunde drei Fallräume durchläuft, indem die Steigerung der Geschwindigkeit so zunimmt, wie der Reihe nach die ungeraden Zahlen. — Stellen wir daher einmal die ersten sechs ungeraden Zahlen neben einander. Diese Zahlen sind, wie jedes Kind weiß, die folgenden: 1. 3. 5. 7. 9. 11. In diesen gewiß sehr leicht aufzustellenden Zahlen besitzt man also eine vollständige Tabelle für die Zunahme der Fallräume mit jeder der sechs Sekunden.

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß der Stein während der ersten Sekunde einen Fallraum durchläuft, in der zweiten durchläuft er 3 Fallräume, während der dritten durchläuft er 5 Fallräume, in der vierten durchläuft er 7 Fallräume, in der fünften durchläuft er 9 Fallräume und während der sechsten Sekunde durchläuft der Stein 11 Fallräume. Will man nun wissen, wie viel Fallräume der Stein in allen sechs Sekunden durchlaufen hat, so braucht man nur zu berechnen, daß 1 und 3 und 5 und 7 und 9 und 11 gerade 36 betragen, so hat man's heraus, daß ein Stein in sechs Sekunden 36 Fallräume durchfällt, und da jeder Fallraum 15 Fuß beträgt, so ist es leicht auszurechnen, daß 15mal 36 so viel ist wie 540, und daraus ersieht man, daß ein Stein, der in sechs Sekunden zur Erde herabfällt, geradezu 540 Fuß durchlaufen hat.

Nehmen wir nun an, daß irgend ein Thurm 540 Fuß hoch wäre, so würde ein Stein 6 Sekunden Zeit brauchen, um von der Spitze des Thurmes bis zur Erde zu fallen.

Diese Rechnung ist gewiß kinderleicht. Sie kann aber noch leichter gemacht werden. Wenn man wissen will, wie viel Fallräume ein Stein in sechs Sekunden fällt, braucht man nicht erst zusammenzuzählen, wie viel er in jeder einzelnen Sekunde gefallen ist, sondern braucht nur

einfach zu sagen: Der Stein ist sechs Sekunden gefallen, da aber 6 mal 6 gerade 36 ist, so ist der Stein 36 Fallräume gefallen, und das beträgt 540 Fuß. Wäre er sieben Sekunden gefallen, so hätte er 7 mal 7 Fallräume durchwandert, das heißt 49 Fallräume, und dies beträgt, jeden Fallraum zu 15 Fuß gerechnet, 735 Fuß. In gleicher Weise verfährt man bei je er Frage. Man multiplizirt die Zahl der Sekunden mit sich selber, und die Zahl, die herauskommt, ist die Zahl der Fallräume, die der Stein durchlaufen hat.

Fällt ein Stein zehn Sekunden, so durchläuft er während dieser Zeit 10 mal 10, also hundert Fallräume. Fällt er 11 Sekunden, so durchläuft er 11 mal 11 Fallräume, in 12 Sekunden fällt er 12 mal 12 Fallräume, und dies geht immer so fort, so daß man nicht erst die einzelnen Sekunden zusammenzuzählen braucht, um auf das gewünschte Resultat zu kommen, sondern nur nöthig hat, die Zahl der Sekunden mit sich selbst zu multipliziren, um gleich das Resultat zu erhalten.

Bei dieser Gelegenheit wird der aufmerksame Leser die Beobachtung von selber machen, daß es ganz was Eigenes ist mit den der Reihe nach zusammenaddirten ungeraden Zahlen, daß, wenn man drei solche Zahlen, also 1 und 3 und 5 zusammenaddirt, man gerade so viel erhält, als 3 mal 3 beträgt, daß wenn man 6 dieser ungeraden Zahlen der Reihe nach zusammenaddirt, man 36, also soviel erhält, wie 6 mal 6 beträgt. Addirt man acht solcher der Reihe nach aufgestellten ungeraden Zahlen, so erhält man 64, also gerade soviel, wie 8 mal 8 beträgt. Dies ist in der That interessant und ist auch ganz richtig, selbst wenn man bis in die Millionen hineinrechnen wollte. Aber es ist mehr als interessant, es ist eine von den vielen

Eigenthümlichkeiten der Zahlen, die von der höchsten Wichtigkeit sind und mit deren Erforschung sich die größten Mathematiker beschäftigen.

Da Mittheilungen über die Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten der Zahlen nicht zu unserem Thema gehören, so wollen wir uns hierbei nicht weiter aufhalten, sondern nunmehr zeigen, wie das, was wie eine Spielerei aussieht, das Berechnen des Falles eines Steines, von der allerhöchsten Wichtigkeit für die menschliche Erkenntniß ist, und die Grundlage der Wissenschaft der Astronomie bildet, die man mit Recht den Stolz der Menschheit nennt.

XVIII. Wichtigkeit der Fallgesetze.

Um es deutlich zu machen, von welcher Wichtigkeit die Gesetze des Falles sind, brauchen wir nur zu sagen, daß ganz in derselben Weise, wie ein Stein oder sonst ein Gegenstand von der Erde angezogen wird, ganz in derselben Weise auch der von der Erde 50,000 Meilen entfernte Mond von derselben angezogen und in seinem Umlauf um die Erde erhalten wird.

Als der Entdecker der Anziehungskraft der Erde, der große Naturforscher und Mathematiker Newton, eines Tages sinnend in seinem Garten verweilte, sah er einen Apfel von einem Baume zur Erde fallen und dies, das Tausende vor ihm gedankenlos gesehen hatten, ohne über die Ursache des Falls nachzudenken, dies kleine Ereigniß regte ihn an, dem Gesetze von der Anziehung der Erde nachzuspüren und führte ihn auf den Weg, auf welchem die Astronomie bis weit in die tiefsten Regionen des Fixstern-Himmels hinein mit Sicherheit wandelt.

Welche Aehnlichkeit aber hat ein fallender Apfel mit dem hoch über der Erde schwebenden Mond?

Um dies einzusehen, wollen wir die Gedanken einmal laut sprechen lassen, die im Geiste des denkenden Mannes durch den Fall eines Apfels zur Erde angeregt werden konnten.

Ein Apfel fällt zur Erde, und zwar in senkrechter Linie zur Erde, wenn er sich vom Baum loslöst. Er fällt in der ersten Sekunde 15 Fuß tief.

Wie aber ist es, muß der denkende Mensch sich fragen, wenn man einen Apfel nicht abwärts fallen läßt, sondern ihn geradeaus von sich wirft? — Die Erfahrung lehrt, daß in solchem Falle doch der Apfel zur Erde fallen wird; zwar nicht an der Stelle, wo die Hand ihn losläßt, sondern in einer weiten Entfernung. Denkt man darüber nach, wieso das kommt, so findet man, das der Apfel zwar dem Wurf der Hand folgte und geradeaus fortgeflogen ist, aber mit dieser Bewegung hat er auch zugleich der Erde Folge geleistet und ist nicht in gerader Linie vorwärts gelaufen, sondern hat sich immer mehr und mehr zur Erde gesenkt und ist auch endlich auf diese hingefallen.

Nun haben aber genaue Untersuchungen gezeigt, daß wenn ein so geworfener Apfel zur Erde fällt, er ganz demselben Gesetze folgt, als ob man ihn hätte fallen lassen. War der Apfel beim Werfen 15 Fuß von der Erde entfernt, so wird er vom Beginn seines Laufes an sich zu senken anfangen und wird fern von dem Werfer genau in einer Sekunde auf dem Erdboden ankommen. Man kann sich hiervon durch Kugeln überzeugen, die man aus Gewehren oder Kanonen abschießt. Denken wir uns eine Kanone auf der Spitze des Petri-Thurmes aufgestellt und durch diese eine Kugel geradeaus abgeschossen, so

wird wohl Jeder zugeben, daß die Kugel endlich zur Erde fallen wird. Wann aber wird sie zur Erde fallen? Wie lange wird es dauern, bis sie den Erdboden berührt? — Genau so lange, wie es dauerte, wenn man sie von der Spitze des Petri-Thurmes senkrecht herabfallen ließe!

Nehmen wir beispielsweise wieder an, daß ein Thurm 540 Fuß hoch wäre, so würde die Kanonenkugel netto in sechs Sekunden nach dem Schuß zur Erde fallen. Freilich wird der Ort, wo die Kugel zur Erde fällt, nicht immer derselbe sein. Eine starke Kanone würde die Kugel weit hin treiben; eine schwächere würde die Kugel näher zu Boden fallen lassen. Aber immer und in allen Fällen wird sie nach Ende der sechs Sekunden auf der Erde liegen, und die Entfernung dieses Ortes vom Thurme wird nur davon abhängen, wie weit der Schuß die Kugel in sechs Sekunden vorwärts zu treiben im Stande ist.

Sehen wir nun einmal den Weg an, den eine solche Kugel durchläuft, so finden wir, daß es eine gekrümmte Linie ist, die anfangs von der Kanonenöffnung geradeaus, dann aber immer stärker und stärker abwärts geht, bis auf den Punkt, wo sie die Erde berührt. Aber diese gebogene Linie wird sehr verschieden sein, je nachdem die Kugel mit schwacher oder starker Kraft aus der Kanone geschleudert wird. Ist die Kraft des Schusses schwach, so wird die Linie sich weit hin dehnen und einen weit ausgespannten Bogen zu bilden scheinen.

Ist dem aber so, so wird ein wenig Nachdenken zu dem richtigen Gedanken führen, daß je stärker solch' eine Kugel geschleudert wird, desto weiter dehnt sich der Weg bis zum Ort, wo sie auf die Erde fällt, desto gedehnter also wird der Bogen, den die Kugel durchfliegt. Da aber die Erde selber eine Kugel, deren Oberfläche eben-

falls bogenförmig gekrümmt ist, so kann man sich die Möglichkeit denken, daß eine Kanonenkugel mit so ungeheurer Kraft geschleudert würde, daß der Bogen, den die Kugel beschreibt, so groß und gedehnt ist, wie die Krümmung der Erdkugel selber. Wäre dies aber der Fall, könnte man eine Kugel mit solch' enormer Kraft abschießen, so würde sie gar nicht zur Erde fallen können, sondern sie müßte ganz rings um die Erde herumlaufen und wenn sie kein Hinderniß fände, unausgesetzt so laufen, ohne auf die Erde zu fallen. — —

So abenteuerlich und sonderbar solch' ein Gedanke klingen mag, so richtig und so wichtig ist er für die Astronomie, wie wir dies sogleich sehen werden.

XIX. Der Lauf des Mondes verglichen mit dem Lauf einer Kanonen-Kugel.

Man kann durch eine sehr leichte Rechnung zeigen, mit welcher Kraft eine Kugel aus einer Kanone geschossen werden muß, um sie rings um die Erde herum zu treiben, so daß die Kugel, wenn sie nach Osten abgeschossen worden ist, nach einiger Zeit von Westen her wieder an den Ort wo die Kanone steht, ankommt, etwa wie ein Reisender, der eine Reise um die Erde gemacht hat.

Diese Rechnung, die schon für Anfänger in der Mathematik sehr leicht ist, ergiebt, daß eine Kanone, die so stark geladen werden könnte, daß sie eine Kugel in der ersten Sekunde 24280 Fuß weit treibt, ausreichen würde, diesen Versuch zu machen. Eine Kugel, mit solcher Kraft geschleudert, würde zwar nach einer Sekunde fünfzehn Fuß zur Erde herabgesunken sein; allein da die Erde selber auf eine Strecke von 24280 Fuß eine Krümmung

von fünfzehn Fuß hat, so würde die Kugel der Erde nicht näher gekommen sein als Anfangs nach dem Schusse und sie würde nun weiter laufend stets in derselben Lage zur Erde bleiben, so daß sie endlich von der andern Seite her wieder am Ort anlangte, wo sie abgeschossen wurde.

Da aber die Kugel auch hier nicht auf die Erde fallen würde, so würde sie ihren Lauf fortsetzen, und angenommen, daß sie kein anderes Hinderniß fände, würde sie fortfahren, die Erde zu umkreisen und ganz und gar einen künstlichen Mond vorstellen, der um die Erde läuft. — Da endlich die Erde im Umfang 5400 Meilen beträgt, so würde, wie eine leichte Rechnung zeigt, die Kugel nicht wie der Mond 29 und einen halben Tag brauchen zu ihrem Rundlauf, sondern sie würde schon in einer Zeit von anderthalb Stunden etwa ihre Rundreise um die Erde vollendet haben.

Wir brauchen nicht zu sagen, daß es eine solche Kanone nicht giebt. Die stärkste Kanone vermag eine Kugel höchstens 7000 Fuß weit in der ersten Sekunde zu schleudern. Auch würde man durch eine andere Kraft nicht im Stande sein, den Versuch zu machen, indem die Kugel in der Luft einen großen Widerstand ihres schnellen Laufes findet, einen Widerstand, der ganz eigenthümlich wirkt und welcher, wie Professor Magnus in Berlin in jüngster Zeit nachgewiesen hat, sogar eine eigenthümliche Drehung jeder Kanonenkugel während ihres Laufes und dabei eine Abweichung ihrer Bahn veranlaßt. Denken wir uns aber alle diese Hindernisse fort, so wird eine mit so gewaltiger Kraft geschleuderte Kugel wirklich einen kleinen Mond vorstellen, der in anderthalb Stunden um die Erde läuft.

Und nun wird es wohl Jedem klar werden, was es eigentlich mit dem Lauf des Mondes um die Erde für

Bewandtniß hat, und wie sehr nahe verwandt das Fallen eines Steines auf die Erde mit dem Lauf des Mondes und anderer Gestirne des Himmels ist.

Der Mond wird in Wahrheit von der Erde so angezogen wie ein Stein, wie ein Apfel oder wie sonst irgend ein Gegenstand, den wir auf der Erde sehen. Er wird nur viel schwächer als diese Gegenstände angezogen, denn der Mond ist 60mal entfernter vom Mittelpunkt der Erde als die Gegenstände, die sich auf der Oberfläche der Erde befinden und wir wissen ja bereits, daß bei einer 60maligen Entfernung von der Erde die Anziehung im Quadrat, das heißt 60 mal 60, also 3600 mal schwächer wird. Würde eine allmächtige Hand den Mond in seinem Laufe aufhalten und ihn dann loslassen, so würde er sich nicht in seiner Bahn um die Erde fortbewegen, sondern er würde sich geradeswegs zur Erde zu bewegen anfangen, von welcher er angezogen wird. In der ersten Sekunde würde er nicht fünfzehn Fuß auf seinem Wege zur Erde machen, sondern nur eine unmerklich kleine Strecke; allein mit jeder Sekunde würde die Geschwindigkeit zunehmen, wie die Zahl der Sekunden mit sich selbst multiplizirt und die Berechnung zeigt, daß der Mond in 8830 Sekunden, also in etwa dritthalb Stunden auf die Erde stürzen würde und zwar würde er mit einer solchen Geschwindigkeit an die Erde anprallen, daß er in der letzten Sekunde mehr als elf Meilen machen würde, und ohne Zweifel würde dieser Stoß genügen, um die Erde in Trümmer zu zerstoßen und alles auf ihr Existirende zu vernichten.

Weshalb aber fällt der Mond nicht zur Erde? — Weil der Mond eine eigene Bewegung hat, die ihn, wenn sie allein wirkt, in gerader Linien-Richtung an der Erde vorüber führen würde; die Anziehungskraft der Erde

vermag ihn also nur gleich der Kanonenkugel, die wir um die Erde laufen ließen, von der geraden Linie abzulenken, und die Vereinigung der beiden Kräfte, die eigene Bewegungskraft des Mondes im Verein mit der Anziehungskraft der Erde bewirkt den Rundlauf des Mondes um die Erde, aus welchem er niemals abweichen kann.

Dies sind ungefähr die Gedanken, die im Kopfe Newtons sich entwickelten, als er den Apfel zur Erde fallen sah, und bis jetzt nach zweihundert Jahren bewährte nicht nur die Beobachtung, sondern auch jede der genauesten Rechnungen und der vorzüglichsten Entdeckungen die Richtigkeit jener Gedanken, die der große Denker an einen so geringfügigen Umstand, wie den Fall eines Apfels zur Erde, geknüpft hatte.

XX. Die Bewegungen und die Anziehungen der Gestirne.

Ganz dasselbe Verhältniß, welches zwischen Erde und Mond obwaltet, waltet auch zwischen der Sonne und der Erde ob. Die Erde wird von der Sonne ebenfalls angezogen und diese Anziehungskraft im Verein mit der eigenen Bewegung der Erde bringt es hervor, daß diese die Sonne in 365 Tagen 6 Stunden umkreist. Dieselbe Anziehungskraft der Sonne ist es, die sämmtliche sich bewegende Planeten zwingt, in Kreisen um die Sonne zu laufen; und weil wir eben diese Kreise und die Zeit beobachten können, welche ein Planet braucht, um den Kreis zu vollenden, daher einzig und allein wissen wir auch mit großer Genauigkeit anzugeben, wie weit ab jeder Planet von der Sonne sich befindet.

Ja, wir wissen noch mehr als man im ersten Augenblick für glaublich halten konnte. Aus dem Lauf eines Planeten um die Sonne schließt man mit vollster Sicherheit auf die Größe der Anziehungskraft der Sonne und da man diese Anziehungskraft kennt, so ergiebt eine leichte Rechnung auch ganz genau, wie groß der Fallraum auf der Oberfläche der Sonne ist.

Der Lauf, den die Erde um die Sonne macht, ist derart, daß die Erde sich in jeder Sekunde vier und eine halbe Meile fortbewegt. Mit dieser Geschwindigkeit würde die Erde der Sonne auch vorüber eilen und nie zu ihr zurückkehren, wenn die Sonne nicht eine Anziehungskraft auf sie ausübte. In Folge dieser Anziehungskraft aber geht die Erde nicht in ihrem Lauf geradeaus, sondern ist genöthigt, im Kreis um die Sonne zu gehen und zwar ist der Kreis derart, daß die Erde in jeder Sekunde um 1⅓ Linie von der geraden Richtung ihres Laufes abweicht und so eine Krümmung macht, die im Verlauf von 365¼ Tagen zu einem Kreise wird. — Wenn aber die Sonne, welche 20 Millionen Meilen von der Erde entfernt ist, diese so anzieht, daß die Erde in einer Sekunde sich um 1⅓ Linie der Sonne nähert, so ergiebt eine leichte Rechnung, daß an der Oberfläche der Sonne ein Stein in einer Sekunde 435 Fuß fallen muß. Das heißt, wenn Jemand auf der Sonne einen Thurm besteigen würde und von diesem einen Stein fallen ließe, so würde der Stein, der hier auf der Erde in der ersten Sekunde 15 Fuß tief fällt, dort auf der Sonne in einer Sekunde 430 Fuß tief fallen.

In gleicher Weise wissen wir auch mit vollster Bestimmtheit, um wieviel ein Stein, der ein Pfund wiegt, wiegen würde, wenn man ihn auf die Oberfläche der Sonne brächte. Er würde fast 29mal schwerer sein als hier, denn an der Oberfläche der Sonne ist die Anzie-

hungskraft der Sonne an 29mal stärker als die Anziehungskraft an der Oberfläche der Erde. — Ob wirklich die Sonne von menschlichen Wesen bewohnt ist, das wissen wir nicht; daß sie aber, wenn sie dort existiren, ganz anders beschaffen sein müssen als wir, geht daraus hervor, daß unsere Füße uns nicht auf der Oberfläche der Sonne tragen würden. Unsere Füße sind so stark, daß sie die Last unseres Körpers, der ziemlich 1½ Zentner schwer ist, mit Leichtigkeit tragen können; würde ein menschliches Wesen aber auf die Sonne versetzt, so würde sein Körper mehr als 29½mal schwerer werden, daß heißt, er würde 40 Zentner wiegen; da aber dies keine Last ist, die wir tragen können, so würden wir unbedingt zu Boden stürzen. Da aber auch beim Liegen der unten liegende Theil den obern zu tragen hat, so würden wir wahrscheinlich plattgedrückt werden, als ob eine Last von 40 Zentnern auf uns läge.

In ganz gleicher Weise kennt man die Fallhöhe auf allen andern Planeten, deren Anziehungskraft man durch den Umlauf ihrer Monde oder durch andere Umstände zu beobachten Gelegenheit hatte; so wissen wir z. B., daß ein Stein, der auf dem Planeten Jupiter von einem Thurm fallen gelassen wird, in der ersten Sekunde nahe an 39 Fuß fallen würde. Ein Mensch der Erde auf den Jupiter versetzt, würde dort 3¾ Zentner schwer sein und sich mit derselben Beschwerde fortbewegen, wie Jemand, der außer der Last seines Körpers noch zwei Zentner zu schleppen hat.

Dagegen hat man es auf den kleinen Planeten weit leichter. Eine Ballet-Tänzerin, die hier mit Anstrengung vier Fuß hohe Sprünge macht, würde auf dem kleinen Planeten Vesta wahrscheinlich mit gleicher Anstrengung sechsmal so hoch springen können und während

sie hier kaum eine drittel Sekunde in der Luft schwebt, würde sie sich dort an zwei Sekunden schwebend erhalten können, was beiläufig gesagt gar nicht so wenig Zeit ausmacht, als man gewöhnlich glaubt.

Aber auch weiter über das Planetensystem hinaus gilt das Gesetz der Anziehung der Himmelskörper auf einander. Die Fixsterne, von denen der nächste von dem Astronomen Bessel beobachtete an 13 Billionen Meilen von uns entfernt ist, werden gleichfalls durch das Gesetz der Anziehung beherrscht. In den Regionen des Himmels, die unser Auge im Dunkel der Nacht durchdringt, existiren Doppelsterne, das heißt: je zwei Sonnen, die sich um einander bewegen. Sie sind so entfernt von uns, daß die beiden Sonnen für das bloße Auge wie ein einziger Stern erscheinen, gleichwohl sind sie in Wirklichkeit Millionen Meilen von einander entfernt und sie beschreiben Kreise um einander, die ganz genau beweisen, daß das Gesetz der Anziehung, wie es hier auf Erden existirt, auch in jenen fernsten Welträumen Geltung hat, woher das Licht, daß sich in einer Sekunde 41,000 Meilen bewegt, Jahrzehnte, ja Jahrhunderte braucht, um bis zu uns zu gelangen.

XXI. Worin liegt die Kraft der Anziehung?

Wir haben bisher versucht, die Anziehungskraft, welche den Himmelskörpern eigen ist, im Allgemeinen kennen zu lernen. Es entsteht nun aber die Frage, worin liegt diese Anziehungskraft? Besitzen die Himmelskörper eine Art von Magnet, der in ihrem Innern steckt, wie ein Kern in einer Hülle und gehört diese Kraft nur diesem an; oder liegt diese Kraft in dem Stoffe selber, der diese Him-

melskörper bildet, so daß die Anziehung ein Ergebniß des Stoffes ist.

Die Antwort auf diese Frage ist nicht minder bestimmt und sicher als die Gesetze der Anziehung es sind.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Erde und ebenso irgend ein Planet oder Fixstern ihre Anziehungskraft nicht einem besonderen Körper verdanken, der etwa in ihnen steckt, sondern daß es n .r der Stoff selber ist, der die Anziehung ausübt.

Die Anziehungskraft, die wir jetzt betrachten, liegt in den Massen, in den Summen aller Atome eines Körpers.

Wenn die Erde eine starke Anziehungskraft besitzt, so besitzt sie diese nur deshalb, weil sie selber ein großer Haufen einzelner Atome, eine ungeheure Sammlung solcher kleinsten Theile ist, aus welchen alle Dinge der Welt bestehen. Es steckt also die Anziehungskraft nicht in einer besonderen Eigenschaft einzelner Atome, sonder in der Gesammtzahl aller Atome.

Hieraus folgt, daß die Sonne, deren Anziehungskraft viel größer ist als die der Erde, diese nur deshalb besitzt, weil sie an Masse größer ist; daß der Mond, der weniger Anziehungskraft hat als die Erde, nur darum schwächer anzieht, weil er weniger Atome besitzt als die Erde; und hieraus läßt sich der Schluß ziehen, daß jede Masse eine Anziehungskraft ausübt auf eine andere und zwar je größer die Masse, desto größer ist die Anziehungskraft.

Diese Wahrheit erkannte schon der große Newton selber und da er wußte, daß die Masse eines Dinges von der Summe der Atome herrührt, die diese Masse bildet, so zog er den ganz richtigen Schluß, daß man aus der Anziehungskraft jedes Himmelskörpers auch seine Masse berechnen kann.

Neuere Untersuchungen haben diese Wahrheit nicht nur

bestätigt, sondern haben auch den schlagendsten Beweis hiervon geführt, den man zu Newton's Zeiten nicht geben konnte. — Diese Beweise bestehen darin, daß man ein außerordentlich feines Instrument anwendet, um zu zeigen, daß nicht eben die Erde allein eine Anziehungskraft hat, sondern auch jeder beliebige Gegenstand, den wir auf der Erde sehen, und nur weil jeder Gegenstand auf der Erde blos einen unendlich kleinen Theil der Masse der Erde bildet, nur darum ist seine Anziehungskraft so äußerst unbemerkbar und erst durch jenes höchst empfindliche Instrument zu entdecken, daß wir eben erwähnt haben.

Worin aber besteht dies Instrument?

Sicherlich werden Viele unserer Leser es nicht ahnen, daß dies werthvollste und feinste aller Instrumente so außerordentlich einfach ist, daß schon die Kinder damit spielen. Es ist ein Pendel.

Wir haben bereits von der chemischen Wagschale gesprochen, die das vorzüglichste mechanische Werkzeug ist, das menschliche Hände verfertigt haben. Eine gute chemische Wagschale ist so empfindlich, daß die eine Schale schon sinkt, wenn sich etwas mehr Staub auf sie legt als auf die andere. Ein noch empfindlicheres und bei weitem einflußreicheres Instrument aber ist das Pendel.

Was ein Pendel ist, weiß gewiß Jedermann. Der Perpendikel einer Uhr ist ein Pendel. Ein Faden, an den man einen Stein anbindet und ihn hin- und herschwingen läßt, ist ein schwingendes Pendel; welch' ein feines Instrument aber ein Pendel ist, ahnen nur wenige Menschen.

Wenn man ein aufgehängtes Pendel in Bewegung setzt, das heißt hin- und herschwingen läßt, so ist die Dauer seiner Schwingungen ein richtiges Maß für die

Anziehung der Erde. Es folgt auf das allergenaueste aus den Gesetzen des Falles, daß ein Pendel langsamer schwingen muß, wenn die Anziehungskraft der Erde abnimmt, und schneller schwingen wird, wenn die Masse der Erde zunehmen würde. Nun läßt sich zwar beim einmaligen Hin- und Herschwingen nicht mit Genauigkeit sagen, ob der Schwung ein bischen schneller oder ein bischen langsamer ist; aber wenn man ein solches Pendel von etwa drei Fuß Länge einen Tag lang hin- und herschwingen läßt und die Schwingungen zählt, so wird man aus der Zahl der Schwingungen sehr gut erkennen, ob es schneller oder langsamer schwingt. Hat man die Länge des Pendels z. B. genau so eingerichtet, daß es in jeder Sekunde einmal seine Schwingung machen muß, so wird es in einem Tage 86400 mal schwingen müssen; macht es nun eine einzige Schwingung mehr oder weniger, so weiß man, daß es sich jede Sekunde um 1/86400 zu schnell oder zu langsam bewegt hat.

Da kein Instrument in der Welt so unmerkbare Dinge anzuzeigen vermag, so hat man das Pendel mit Recht als das feinste Instrument in der Welt zu betrachten; und Versuche mit demselben haben bisher noch die sichersten Resultate der Wissenschaft geliefert, obgleich sich solchen Versuchen die größten Schwierigkeiten in wesentlichen Punkten entgegenstellen.

Der Pendel-Versuch ist es auch, der in neuester Zeit den vollen unumstößlichen Beweis geliefert hat, daß alle Massen eine Anziehungskraft besitzen, und daß auch alle Massen der Anziehungskraft gleich unterworfen sind. Der Naturforscher Reichenbach zeigte durch Versuche, wie ein Pendel nicht nur von der Anziehungskraft der Erde in Schwingung erhalten wird, sondern auch jede an Masse hinreichend starke Kugel dies Kunststück verrichtet; und

Kessel, der Pendel aus allen möglichen Stoffen der Welt herstellte, gab den Beweis, daß alle Stoffe der Welt der Anziehung ganz gleich unterliegen.

XXII. Die Anziehungskraft und die Entstehung der Welt.

Blicken wir nun auf das Resultat der Versuche, die wir im vorhergehenden Abschnitt erwähnt haben, so geht aus ihnen Folgendes mit der vollsten Bestimmtheit hervor.

Jede Masse in der Welt besitzt eine Anziehungskraft auf andere Massen. Je größer die Masse ist, desto größer ist die Anziehungskraft, denn diese Anziehungskraft ist immer die Summe der Anziehungskräfte, die die Atome besitzen, welche die Masse bilden.

Eine Bleikugel z. B. besitzt eine Anziehungskraft und äußert auch diese merkbar auf eine geeignete Pendel-Vorrichtung. Eine zweimal so schwere Bleikugel besitzt eine zweimal so große Anziehungskraft; eine halb so große Bleikugel hat nur eine halb so große Anziehungskraft, der zehnte Theil der Bleikugel hat eine zehnmal schwächere Anziehungskraft und die Natur dieser Anziehung ist der Anziehungskraft der Erde ganz ähnlich, sie ist stark in der Nähe und nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab: sie verhält sich also ganz wie die Anziehung, welche man an den Himmelskörpern entdeckt hat. Die Bleikugel steht in dieser Beziehung der Sonne, den Fixsternen und allen Gestirnen des Himmels ganz gleich; und wirkt nur darum schwächer, weil sie mit jenen gewaltigen Kugeln verglichen, an Masse so gering ist.

Ueber diese Thatsache herrscht nicht der allergeringste

Zweifel; sie steht vielmehr so fest und unumstößlich da, wie nur irgend ein wissenschaftliches Resultat.

Ist dem aber so, so erweckt dies unser ernstliches Nachdenken und regt äußerst wichtige Fragen in uns an, die uns bis zu den Räthseln der unsichtbaren Kräfte oder den räthselhaften Eigenschaften der Atome führen.

Denken wir uns einmal einen ganz leeren Raum im Weltgebäude. Denken wir uns Sonne, Mond, Erde, Planeten, Kometen und Fixsterne ganz und gar fort und nehmen wir an, daß in diesem leeren Raume zwei kleine Atome existiren, die Millionen Meilen von einander entfernt sind, so wird zwischen diesen Atomen eine Anziehungskraft wirksam sein. Diese Anziehungskraft wird außerordentlich schwach sein, weil die Atome ganz außerordentlich gering an Masse sind. Durch die große Entfernung wird die schwache Anziehungskraft nur noch um Millionenmal Millionen schwächer wirken; gleichwohl aber steht es unumstößlich fest, daß die beiden Atome sich gegenseitig anziehen und wenn sie auch Millionen von Jahren bisher geruht haben, so werden sie anfangen, sich einander zu nähern und dies werden sie so lange fortsetzen, bis beide Atome vereinigt und eine einzige Masse geworden sind.

Existiren mehr als zwei solche Atome im Weltraum, so werden alle zu einander sich bewegen und sich an irgend einem Punkte treffen und vereinigen, und denken wir uns den Weltraum von Strecke zu Strecke erfüllt mit solchen Atomen, so werden an allen Punkten, wo sie einander etwas näher stehen, nach und nach sich ganze Massen bilden, und wenn ihre Zahl groß genug ist, so würden aus ihnen große Himmelskörper, Kugeln von ungeheurer Masse entstehen, wie wir sie jetzt in Sonne, Fixsternen, Planeten und Monden vor uns sehen.

Bei einer solchen Vorstellung fühlt sich der menschliche Geist hineingeleitet in die dunkelsten Zeiten der Entstehung der Welt und findet einen Gedankenfaden, der ihn zurückführt auf das unerforschliche Gebiet, wo das Dasein der Welt begonnen, oder mindestens das Dasein der Himmelskörper, welche jetzt als die existirenden Wesen im Weltraum erscheinen.

Freilich scheint es dem menschlichen Geiste nicht vergönnt zu sein, tief in jenes Dunkel hineinzublicken. Gehen wir einmal zurück auf die Frage, wie die Welt oder richtiger wie die Himmelskörper, die den Weltraum erfüllen, entstanden sind, so ist eben nicht viel für unsern Wissensdrang dadurch gewonnen, wenn wir annehmen, daß sie vor ihrer Bildung als getrennte Atome existirten, welche durch die Gesetze der Anziehung sich zu Himmelskörpern vereinigt haben. Fragen wir einmal nach der Entstehung, so müssen wir auch nach der Entstehung der Atome fragen und wollten wir uns mit einer Art von Antwort irgendwie begnügen, so wird es stets räthselhaft bleiben, wie diese Atome zu der Eigenschaft gekommen sind, sich gegenseitig anzuziehen? — Wer sich in Beantwortung solcher Fragen nicht gern täuscht, der wird auch gestehen, daß die bisherigen Aufschlüsse der Naturwissenschaft nicht ausreichen, auf diese Fragen eine Antwort zu ertheilen. Es gehören solche Fragen auch nicht mehr in das Gebiet der strengen Naturwissenschaft, sondern liegen über deren Grenze hinaus auf einem Gebiete, das man nur mit Vorsicht betreten darf, wenn man nicht irre wandeln will.

Gleichwohl aber ist es Naturwissenschaft, wenn sie so weit als möglich das Entstehen der Dinge auf naturgemäßem Wege erklärt und sich bestrebt, für die Entwickelung der Welt so wenig als möglich übernatürliche Kräfte

anzunehmen; und wenn es zugegeben werden muß, daß die Wissenschaft im Stande ist, sich die Entstehung der Himmelskörper aus zerstreuten Atomen im Weltraum vorzustellen, ja das nach den Gesetzen der Naturwissenschaft diese Entstehung der Welten erfolgen müßte aus solchen Atomen, so ist dies immer ein Sieg der Wissenschaft, wenn auch ein Sieg, auf den sie sich zu überheben nicht Ursache hat, da er so hart an der Grenze liegt, der ihr ein weiteres Vorschreiten unmöglich macht.

Aber noch ganz andere Umstände gebieten uns Bescheidenheit und gerade um diese zu zeigen, wollen wir hier jetzt wieder zurück zu unserem Hauptthema: zu der geheimnißvollen Kraft der Anziehung.

XXIII. Das Geheimnißvolle der Naturkräfte.

Wir brauchen nicht in das Dunkel vorweltlicher Zeiten zurückzugehen, um die Grenze menschlicher Erkenntniß zu suchen, es ist vielmehr alles, was uns vor Augen liegt, in seinem innersten Wesen räthselhaft genug, um uns Bescheidenheit zu lehren, selbst dort, wo wir uns der Siege der Wissenschaft freuen.

Sehen wir uns dasjenige an, was wir bisher in unserm Thema als eine Errungenschaft der Naturwissenschaft angenommen haben, so erkennen wir bei näherer Betrachtung sofort, daß die Aufschlüsse der Wissenschaft zwar die Erscheinungen der Natur enträthselt, dafür aber das Wesen der Natur in Räthsel gehüllt haben.

Als wir das Zusammenhängen der festen Massen betrachtet haben, waren wir genöthigt, anzunehmen, daß alle Dinge der Welt aus einzelnen Atomen bestehen,

daß diese Atome eine Anziehung auf einander ausüben, welche es verhindert, daß die Atome mit Leichtigkeit getrennt werden, daß diese Anziehung die Festigkeit eines ganzen Stückes Eisen hervo rbringt. Zugleich aber waren wir genöthigt, anzunehmen, daß diese Atome trotzdem nicht nahe an einander gelagert sind, weil die Dinge, die aus ihnen bestehen, gewaltsam zusammengedrückt werden können, und dies führte uns darauf hin, daß neben der Anziehung der Atome auch eine Abstoßungskraft unter denselben thätig sei.

Schon diese Annahme allein ist geeignet, eine räthselhafte genannt zu werden. Nach dieser Vorstellung sollen zwei Atome eines und desselben Stoffes sich gegenseitig anziehen und dennoch zugleich sich gegenseitig abstoßen. Zwar wird durch diese Annahme eine große Reihe räthselhafter Erscheinungen erklärt. Durch eine Annahme dieser Art wird es begreiflich, woher sie unter Umständen feste Massen dehnen und unter entgegengesetzten Umständen wieder zusammenziehen können. Würden wir solche Annahmen nicht machen, so würden wir viele Räthsel in der Naturerscheinung unerklärt haben. Allein vergessen darf man niemals, daß man hierdurch viele Räthsel gelöst, dafür aber ein einziges großes Räthsel eingetauscht hat.

Wohl ist es ein Gewinn für die Erkenntniß, wenn man einen Grund für viele Erscheinungen auffindet; wenn man statt der vielen Räthsel nur eines zu lösen hat; aber vergessen darf man niemals, daß der Gewinn immer nicht vollendet ist, wenn er noch auf einem räthselhaften Fundament gebaut wird.

Die strengste Wissenschaft erkennt dies in Bescheidenheit an; sie nennt daher die Annahmen solcher Art: „Hypothesen“, das heißt, noch nicht bewiesene

Voraussetzungen. Sie bleibt bei einer Hypothese, so lange die Erscheinungen damit übereinstimmen und hält sie fest bis entweder eine neue Hypothese bessern Aufschluß giebt oder die alte Hypothese durch neue Thatsachen unhaltbar geworden ist.

Die Annahme der Atome ist eine solche Hypothese. Die Voraussetzung also, daß die Atome mit Anziehungs- und Abstoßungskräften begabt sind, ist eine weitere Hypothese. Die Thatsache, daß eine Reihe räthselhafter Erscheinungen sich durch diese Hypothesen erklären lassen, giebt diesen Annahmen einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit; zur Gewißheit aber sind diese Hypothesen noch nicht erhoben und sie werden erst dann zur Gewißheit werden, wenn es der menschlichen Forschung gelingt, einerseits die Existenz der Atome durch die Sinne unzweifelhaft nachzuweisen und andrerseits die Kräfte, welche man den Atomen beilegt, dem Geiste klarer zu machen.

Deshalb nennen wir dieses Thema: die geheimen Naturkräfte, denn obwohl die Wirkungen dieser Kräfte vor aller Welt offen liegen, sind die Kräfte selbst doch noch Geheimnisse, deren Erforschung einer vielleicht sehr späten Zukunft erst anheimfallen wird. Für jetzt lernen wir hieraus nur, daß es Zustände und Kräfte in der Welt giebt, die unsern Sinnen direkt verborgen sind, daß die Welt aus mehr besteht als aus dem, was unsere fünf Sinne wahrnehmen, und daß sie uns wahrscheinlich ganz anders erscheinen würde, wenn wir auch nur einen sechsten Sinn besäßen, der uns neue Aufschlüsse über die Außenwelt geben und unsern Geist mit neuen Wahrheiten bereichern würde.

So lange indessen weder die Zeit noch die Natur uns so begünstigt hat, sind wir auf die Erkenntniß unserer

Tage und auf die Auffassung unserer Sinne und unseres Geistes angewiesen, und müssen uns mit der Vergleichung und Ausgleichung der Naturerscheinungen und wo wir auf neue Räthsel stoßen, mit dem Trost begnügen, daß das Licht der Naturwissenschaft unserer Zeit heller leuchtet, als den Zeiten der Vergangenheit und in den kommenden Zeiten auch heller leuchten wird als in der unsern.

Gehen wir nun in unserem Thema an die Vergleichung der Naturerscheinungen und der Kräfte, die ihnen zu Grunde liegen, so haben wir vorerst zwei Arten von Anziehung neben einander zu stellen, um ihre Unterschiede kennen zu lernen.

Die erste Anziehung ist die gegenseitige Anziehung der Atome, die sich zu festen Stoffen vereinigt haben; die zweite Anziehung ist die Anziehung, die die Atome auf andere ausüben, die von einander entfernt sind und die vermöge ihrer Anziehung sich einander immer näher zu kommen streben.

Beide Arten der Anziehung sollen Eigenschaften der Atome sein. Wie und wo diese Anziehungskraft in ihnen steckt, ist ein völliges Geheimniß und dies Geheimniß wird nicht leichter aufzulösen, wenn man die verschiedenartige Natur der Anziehungen, die wir bereits angeführt haben, bedenkt, und dabei erwägt, daß es noch andere Anziehungen giebt, die den Atomen zugeschrieben werden müssen, und welche wir, nach einer kurzen Betrachtung über die bis jetzt genannten Anziehungen, unsern Lesern vorführen wollen.

XXIV. Die Verschiedenheit ähnlicher Naturkräfte.

Bevor wir neue Arten der Anziehung kennen lernen, wollen wir einen kurzen Blick auf die zwei Arten, die wir bisher betrachtet haben, werfen und sie miteinander vergleichen.

Die Atome eines und desselben festen Körpers halten sich mit einer gewissen Kraft fest und wir stellen uns diese Kraft als eine Anziehung vor.

Gleichwohl hat diese Anziehung ihre Grenzen. Diese Anziehung ist vollständig unterbrochen, wenn man gewaltsam das feste Stück auseinander bricht. Man sollte glauben, daß die Anziehungskraft der Atome ausreichen müßte, ein Stück Eisen, das man zerbrochen hat, wieder zu einem Ganzen werden zu lassen, wenn man die Bruchtheile an einander preßt. Allein dies ist nicht der Fall, und man erklärt dies dadurch, daß diese Anziehung zwischen Atom und Atom nur herrscht, wenn sie außerordentlich nahe an einander liegen, daß aber ein noch so starker Druck nicht hinreiche, die von einander gerissenen Atome wieder so nahe an einander zu bringen, daß die Anziehungskraft wirksam werde.

Allein diese Erklärung hat wieder viel Unerklärliches an sich. Wenn eine gewisse Kraft hingereicht hat, ein Stück Eisen auseinander zu reißen, so sollte man glauben, daß nur dieselbe Kraft nöthig sein müsse, um die Bruchtheile wieder an einander zu pressen, damit ein Atom des einen Stückes dem des andern nahe genug kommt, um die Anziehung zu bewirken. Wenn trotzdem aber selbst ein zehnmal so starker Druck die Atome nicht wieder so nahe bringt als vorher, so muß offenbar ein eigener Umstand hier obwalten, denen es noch nicht gelungen ist, zu erforschen.

Auffallend ist es, daß frische Schnittflächen in Blei und noch besser in Gummi-Elastikum durch Druck wieder vereinigt werden können, und zwar nicht so wie etwa zwei glatte Flächen überhaupt an einander haften, sondern es findet eine so vollständige Vereinigung bei gehörigem Drucke statt, daß zwei Stücke zu Einem werden.

Wenn wir hiernach annehmen müssen, daß in den überwiegend meisten Stoffen die Atome, wenn sie einmal einander losgelassen haben, nicht wieder leicht die Anziehung auf einander ausüben, so ist es mit der zweiten Art von Anziehung, mit der Anziehung der Massen aus der Ferne ganz anders. Diese Art von Anziehung nimmt in der Nähe zu und in der Entfernung ab; aber sie wird nicht im geringsten gestört durch abwechselndes Nähern oder Entfernen, und bleibt in ihrem Wesen ganz gleich, wenn man auch die Anziehung noch so oft durch Entfernen der angezogenen Körper gestört hat.

Zwar kann man Versuche derart nicht leicht anstellen, aber die Natur selber wiederholt diesen Versuch allmonatlich mit der Anziehungskraft der Erde, indem der Mond nicht in einer völlig kreisrunden, sondern in einer Art länglichrunden Bahn um die Erde läuft, bei welcher er der Erde regelmäßig bald näher, bald entfernter ist; und obwohl dieses Nähern und diese Entfernung seit Jahrtausenden abwechselnd stattfindet, hat es der Anziehungskraft der Erde auf den Mond keinen Eintrag gethan und die Natur dieser Kraft ganz unverändert gelassen.

Der wesentlichste Unterschied zwischen den beiden Arten der Anziehung liegt ferner darin, daß neben der Anziehung der Atome eines und desselben Stückes eine Abstoßung stattfindet. Drückt man ein Stück Eisen, so schieben sich die Atome an einander und es wird kleiner: hebt

man aber den Druck auf, so dehnt sich das Stück Eisen wieder in seine frühere Gestalt zurück. Dies können wir uns nicht anders als durch die Abstoßungskraft der Atome erklären, die zugleich neben der Anziehungskraft herrscht und die beide zusammen stets die Lage der Atome reguliren, so daß bei einer sich selbst überlassenen Masse die beiden Kräfte im Gleichgewicht sind.

Dahingegen hat man bei der zweiten Art der Anziehung, bei der Anziehung der Massen vergebens irgend welche Erscheinung der Abstoßung gesucht. Unter den vielen Tausend Himmelserscheinungen und den Bewegungen der Himmelskörper scheint außer der Kraft der eigenen Bewegung nur die Anziehung der Massen auf einander zu wirken, wenigstens hat diese Annahme ausgereicht, nicht nur sämmtliche Erscheinungen zu erklären, sondern auch aus den Wirkungen dieser Art, die bisher nicht gesehene Himmelskörper ausgeübt hatten, die Existenz dieser Himmelskörper zu beweisen und ihre Entdeckung zu befördern.

Nur an den Kometen scheint sich etwas von einer Abstoßung zu zeigen. — Bessel macht es höchst wahrscheinlich, daß bei dem Halleyschen Kometen vom Jahre 1835 die Sonne auch eine gewisse Abstoßung auf die Nebelhülle des Kometen ausgeübt habe, und die neuste höchst wunderbare Entdeckung, daß der Bila'sche Komet sich im Verlauf der letzten sechs Jahre seines Umlaufs getheilt hat, so daß aus ihm, der seit seiner Entdeckung im Jahre 1826 bis zum Jahre 1848 entschieden als ein einziger Komet erschienen ist, zwei neben einander herziehende Kometen geworden. — diese Entdeckung deutet darauf hin, daß in der Kometenmasse die Anziehung allein nicht herrschen könne, vielmehr ein unbekanntes Gesetz der Abstoßung zugleich stattfinden müsse.

Endlich zeigt sich noch der wesentliche Unterschied, daß die Anziehung der Atome in festen Stoffen durch die Wärme nicht nur verändert wird, sondern sogar so vollständig aufgehoben werden kann, daß die Atome sich in Gas verwandeln und als solche sich von einander so weit als es ihnen nur der Raum gestattet, entfernen, daß also durch die Wärme die Anziehungskraft vollständig verloren geht und die Abstoßungskraft allein übrig bleibt. Bei der Anziehungskraft der Massen auf einander ist jedoch solch' eine Veränderung durch die Wärme nicht merkbar. — Man hat nicht nur in der Anziehungskraft der Erde auf das Pendel keinen Unterschied zwischen Sommer und Winter, Tag und Nacht, zwischen hellem Sonnenschein und Sonnenfinsternissen gefunden, sondern auch die Nähe der Erde zur Sonne, oder deren Entfernung hat einen Unterschied der Anziehung der Erde nicht merkbar gemacht.

Sehen wir so diese scheinbar einheitliche Kraft der Anziehung unter Umständen so wesentlich verändert, so wollen wir nunmehr die anderen Arten der Anziehung kennen lernen, die in ihrem Wesen nicht minder verschieden und nicht minder wunderbar als die bisherigen sind.

XXV. Die Kraft des Magneten.

Durch nichts in der Welt kann man die Erscheinung der Anziehung so leicht Allen vorzeigen als durch einen Magneten. Selbst Menschen, die sonst Naturkräfte wie Märchen ansehen, werden durch die Versuche, die sie selber an einem Magneten anstellen können, eines Besseren belehrt und durch Thatsachen angeregt, ihr ernstli-

cheres Nachdenken auf die wunderbaren Erscheinungen zu richten.

Wir wollen eine Reihe solcher Versuche, die Jeder mit Leichtigkeit selber anstellen kann, hier auff. hren.

Auf sehr verschiedene Weise ist man jetzt im Stande, eine Stahlnadel magnetisch zu machen. Wenn man eine st. hlerne gewöhnl'che Stricknadel mit einem Magnetstein, wie solche in der Erde gefunden werden, bestreicht, so wird die Stricknadel in einen Magneten verwandelt. Ein gewöhnlicher Magnet, wie man ihn in den Eisenhandlungen kaufen kann, versteht ebenfalls das Kunststück. Bestreicht man mit ihm eine Stricknadel, so wird sie gleichfalls magnetisch. Mit noch größerem Erfolge kann man solche Stricknadel in einen Magneten verwandeln, wenn man sie an einem Elektromagneten, von dem wir später sprechen werden, streicht. Endlich erhält auch Eisen magnetische Eigenschaften durch Feilen und schließlich hat man auch beobachtet, daß Eisenstäbe, z. B. an Fenstern und Zaun-Gittern, magnetisch werden, wenn sie lange Zeit aufrecht gestanden haben. —

Wer nun einige Versuche mit einem Magneten anstellen will, der verschaffe sich mindestens eine magnetisirte Stricknadel, wenn er die Ausgabe von ein paar Groschen scheut, um sich einen gewöhnlichen, wie ein Hufeisen geformten Magneten zu kaufen.

Legt man eine solche Stricknadel auf den Tisch und hält eine Nähnadel in die Nähe, so wird man bemerken, daß hier eine Anziehung stattfindet. Magnet und Eisen ziehen sich gegenseitig und schon von einer gewissen Entfernung an, bis sie sich berühren. Hat die Berührung stattgefunden, so halten Magnet und Eisen fest zusammen, so daß es eine gewisse Kraft erfordert, sie auseinander zu reißen.

Da eine magnetisirte Stricknadel in Wahrheit ein Magnet ist, so wollen wir ihr nunmehr immer diesen Namen geben und in allen Fällen unter Magnet einen geraden magnetischen Stahlstab bezeichnen, während wir einen gewöhnlichen gebogenen Magneten einen Hufeisen-Magneten nennen wollen.

Legt man einen Magneten in Eisenfeile, wie man sie in jeder Schlosserei oder Schmiede erhalten kann, so sieht man so recht, wo die Kraft des Magneten am stärksten ist. Die kleinen Stückchen Eisenfeile heften sich an den Magneten an und bilden einen ordentlichen Bart an demselben. Beobachtet man diesen Bart, so nimmt man wahr, daß er in der Mitte der Nadel ganz und gar nicht vorhanden ist, dahingegen immer stärker und stärker wird nach den Enden zu, bis endlich an beiden Enden des Magneten die kleinen Eisenstückchen nicht nur am Magnete, sondern auch fadenweise an einander haften und ordentlich borstenartig aus einander gehen.

Da offenbar die magnetische Kraft dort am stärksten ist, wo sich die meisten Eisenfeil-Spänchen ansetzen, so wird es Jeder einsehen, daß die Enden eines Magneten die stärkste magnetische Kraft besitzen.

Streifen wir einmal mit den Fingern die Eisenfeil-Späne ab und besehen uns den Magneten, so finden wir, daß durch das Auge nicht die Spur zu entdecken ist, worin diese Kraft des Magneten besteht. Der Magnet verräth an sich keinem unserer fünf Sinne irgend etwas, daß er eine solche Eigenschaft besitzt. Er übt auch keine leicht merkbare Anziehung auf irgend einen Stoff sonst aus; nur wenn man ihn an Eisen bringt, da tritt mit einem Male diese Kraft hervor und überzeugt uns, daß die Dinge in der Welt Eigenschaften haben können, von denen wir

keine Ahnung haben, so lange wir nicht durch Thatsachen davon belehrt werden.

An unserem Magneten finden wir nun solche Eigenschaften, die kein Mensch herauszufinden im Stande ist, und wenn er denselben noch so emsig untersuchen wollte. An Gewicht, an Farbe und an Ansehen, oder sonst durch welche Merkzeichen unterscheidet sich die magnetisirte Stricknadel nicht im geringsten von der nicht magnetisirten und doch ist die magnetisirte Stricknadel etwas anderes, ja sie ist in ihren einzelnen Theilen ganz eigenthümlich, denn ihre Mitte ist nicht magnetisch, während ihre Enden magnetisch sind.

So wunderbar dies ist, so ist dies doch noch gar wenig von den Wundern der magnetischen Erscheinung, wie man sich durch weitere Versuche sofort überzeugen kann.

Man lege ein paar Nähnadeln auf ein Blatt Papier und berühre mit dem einen Ende des Magneten die eine, so wird sie sofort am Magnete angeheftet sein. Berührt man aber mit dieser Nähnadel die zweite Nähnadel, so sieht man, daß auch diese angezogen und mit einiger Behutsamkeit sogar in die Höhe gehoben werden kann. Ist der Magnet stark, so kann man an die zweite Nähnadel noch eine dritte, an diese noch eine vierte anhängen.

Man sollte nun glauben, daß der Magnet es ist, der sie alle trägt, der etwa so stark ist, daß er die dritte und vierte Nadel in seiner Nähe festhält. Aber dem ist nicht so. Nimmt man nämlich die erste Nähnadel auch nur ein wenig vom Magnete herab, so fallen augenblicklich alle übrigen Nähnadeln auseinander, obgleich die zweite Nähnadel dem Magnete jetzt immer noch näher ist als vorher die dritte und vierte.

Es geht in der That etwas Eigenthümliches mit den

Nähnadeln vor, das wir noch kennen lernen werden, vorerst aber haben wir noch einige Versuche anzustellen.

XXVI. Weitere Versuche mit einem Magneten.

Man lege einen Magnet unter ein großes Blatt Papier und streue mit einer gewöhnlichen Streusandbüchse Eisenfeilspäne auf das Blatt. Man wird sofort eine eigenthümliche Lagerung der Eisenfeiltheilchen wahrnehmen, die merkwürdig regelmäßige Strahlen um die beiden Hälften des Magneten bilden. Klopft man hierauf ein wenig mit dem Finger auf das Blatt, so findet die Bewegung noch regelmäßiger statt und man erhält oft ein überraschend schönes regelmäßiges Bild, das Jedem, der es zum ersten mal sieht, gewiß viel Vergnügen machen wird.

Da es Niemanden, der sich dafür interessirt, schwer werden kann, diesen Versuch zu machen, und da er bei einiger Uebung vollkommen gelingt, so wollen wir uns mit Beschreibung desselben nicht aufhalten und wollen nur Folgendes zur nähern Belehrung hinzufügen.

Man sieht, wie von der Mitte des Magneten aus nach jedem Ende hin die Eisentheilchen sich eigenthümlich lagern. Man muß aber hierbei nicht vergessen, daß wir auf dem Papier nur eine Fläche vor uns haben, auf welcher die Eisentheilchen liegen; wir sehen also die Wirkung des Magneten nur in einer einzigen Ebene und hier nimmt sich das Bild auf jeder Hälfte aus wie eine Pfaufeder. Würde man im Stande sein, den Magneten zu beobachten, wenn er ringsum mit solchen Eisenfeilspänen umgeben wird, so würde er die Eisentheilchen so um sich lagern, daß sie wie ein voller Federbusch erscheinen.

Wir würden nun gern zur Erklärung auch dieser Erscheinung schreiten, wir haben aber noch eine ganze Reihe von Versuchen mit dem Magneten anzustellen.

Wir haben gesehen, daß der Magnet, der unter dem Blatt Papier lag, eine eigene Art Anziehung auf die Eisentheilchen äußert, die auf dem Papier liegen. Man muß nicht glauben, daß es nur mit Papier so geht, welches nicht dicht genug ist, und vielleicht durch seine feinen unsichtbaren Löcherchen, seine Poren, die Wirkung des Magneten durchläßt, sondern man kann sich durch viele Versuche mit starken Magneten überzeugen, daß sie durch sehr dichte und starke Massen hindurch auf Eisen wirken, so daß eine eiserne Kugel auf der Tischplatte hin und her läuft, wenn man unter derselben einen starken Magneten hin und her bewegt. Manche Taschenspieler-Künste beruhen auf solcher Anwendung eines Magneten, dessen Kraft der Anziehung nicht gestört wird, wenn er auch durch viele kompakte Gegenstände vom Eisen getrennt ist.

Nunmehr aber wollen wir einen neuen Versuch machen.

Wenn man in der Mitte des Magneten einen Faden anbindet, so daß er wagerecht an demselben schwebt, so hat man ein Schauspiel ganz eigener Art.

Sobald man den Faden irgendwo anhängt, so daß die Magnetnadel sich beliebig wie der Zeiger einer Uhr nach allen Richtungen hin drehen kann, so wird man bald bemerken, daß die Magnetnadel anfängt, sich hin und her zu drehen und endlich wird sie in einer gewissen Richtung stehen bleiben. Stößt man die Nadel an, so wird sie hin und her schwanken und endlich wieder so stehen bleiben wie vorher. Man mag das so oft wiederholen, wie man will, man mag die Nadel nach einer beliebigen andern Richtung hinstellen, sie wird immer, sobald man sie

frei läßt, zurückkehren in ihre frühere Stellung und in dieser ruhig verharren.

Merkt man sich die Himmelsgegend, nach welcher die zwei Enden der Nadel hinzeigen, so nimmt man wahr, daß die eine Seite der Nadel regelmäßig nach Norden, die andere nach Süden zeigt. Diese Stellung der Nadel ist so weit regelmäßig, daß man in finsterer Nacht, in einem Walde, auf dem Meere oder in einer Wüste, wo man nicht weiß, wohin man sich zu wenden hat, wenn man nach einer bestimmten Himmelsgegend reisen will, nur eine solche Nadel braucht, um sofort zu sehen, wo Norden und wo Süden ist. Eine solche Nadel ist der Kompaß, der in der Schifffahrt eine so wichtige Rolle spielt.

Freilich muß man sich zu diesem Zweck die beiden Enden der Nadel genau bezeichnen, damit man sie nicht verwechsele und thut man das, drückt man z. B. an die eine Seite der Nadel ein Stückchen Wachs, so wird man wahrnehmen, daß ein bedeutender Unterschied zwischen den beiden Enden der Nadel stattfindet, daß das eine Ende immer nach Norden und das andere immer nach Süden zeigt, und wenn man sie umkehrt, sie sich beide wieder zurückbewegen, bis sie in ihrer früheren Lage ruhen können.

Nehmen wir an, man hätte sich das eine Ende, das nach Norden zeigt, mit einem angeklebten Stück Wachs genau bezeichnet, so würden wir wissen, daß dies stets das nördliche Ende des Magneten, das andere das südliche Ende ist. Man nennt die Enden der Nadel die Pole derselben und bezeichnet daher das eine Ende, das nach Norden zeigt, mit dem Namen Nordpol; das andere Ende, das nach Süden zeigt, mit dem Namen Südpol.

Und nun, da wir so weit sind, wollen wir die auffallenden Erscheinungen, die diese Pole darbieten, näher kennen lernen.

XXVII. Was es mit den zwei Polen der Magnete für Bewandniß hat.

Der interessanteste Versuch, den man nunmehr anstellen kann, ist folgender.

Man nehme eine zweite stählerne Stricknadel, die keine Spur von magnetischer Kraft besitzt, fasse sie in der Mitte und streiche über die eine Hälfte derselben mit irgend einer Seite der Magnetnadel oftmals hin. Wenn man dieses Bestreichen, — wobei man am besten verfährt, wenn man nur nach einer Richtung streicht, etwa so wie man Rüben schabt — wenn man solches Bestreichen lange fortgesetzt hat, so findet es sich, daß die früher unmagnetische Nadel auch magnetisch geworden ist. Und wunderbar, nicht nur etwa die Seite, die man bestrichen hat, ist magnetisch geworden, sondern auch die andere Hälfte, die man nicht bestrichen hat.

Es gelingt zuweilen, die zweite Stricknadel eben so magnetisch zu machen, wie die erste. Nun sollte man glauben, daß die erste etwas von ihrem Magnetismus verloren, indem sie ihn gewissermaßen an die zweite abgegeben hat; aber dem ist nicht so. Oft verstärkt sich gerade noch die Kraft der ersten Nadel; jedenfalls jedoch schwächt sie sich davon nicht.

Nunmehr besitzen wir zwei Magnetnadeln, und wenn man die zweite Nadel abgesondert ebenso aufhängt, wie man es mit der ersten gemacht hat, so wird man finden, daß auch diese zweite Nadel das eine Ende nach Norden,

das andere nach Süden stellt, daß sie also gleichfalls einen Nordpol und Südpol besitzt.

Damit man die Pole nicht verwechsele, bezeichne man sich auch den Nordpol dieser zweiten Nadel in beliebiger Weise. Und nun versuche man einmal Folgendes.

Man lasse eine der Nadeln wieder in der Mitte aufgehängt an einem Faden schweben, und warte ab bis sie sich in Ruhe befindet, wo wiederum der Nordpol nach Norden zeigt. Nun nähere man diesem Pol ein Stückchen Eisen, so wird er sofort seine Ruhe verlassen und nach dem Eisen zu eilen; ganz dasselbe thut auch der Südpol. Aber vollkommen anders stellt sich die Sache heraus, wenn man der aufgehängten Magnetnadel die andere Magnetnadel nähert. So wie man mit dem Nordpol der einen Nadel in der Hand, sich dem Nordpol der aufgehängten Nadel nähert, so zieht sich dieser zurück, wendet sich ab, läuft davon, so daß man ihn im Kreise herumjagen kann. Der Nordpol der einen Nadel flieht den Nordpol der andern Nadel oder richtiger der Nordpol der einen Nadel stößt den Nordpol der andern Nadel ab.

Wartet man ab, bis die aufgehängte Nadel wieder in Ruhe ist und versucht es, den Südpol der einen Nadel in der Hand, dem Nordpol der aufgehängten Nadel zu nähern, so findet keine Abstoßung statt, im Gegentheil der Südpol der einen Nadel zieht den Nordpol der andern mit stärkerer Kraft an als gewöhnliches Eisen.

Also der Nordpol einer Nadel wird vom Südpol einer andern Nadel angezogen; dahingegen wird der Nordpol einer Nadel vom Nordpol einer andern Nadel abgestoßen.

Versucht man es mit dem Südpol der aufgehängten Nadel, so zeigt er eine gleiche Eigenthümlichkeit. Bringt

man den Nordpol einer zweiten Nadel in seine Nähe, so wird derselbe angezogen. Bringt man aber den Südpol einem zweiten Südpol nahe, so wird er abgestoßen.

Es verlohnt sich für Jeden, der dies noch niemals gesehen hat, daß er den Versuch anstellt, denn er ist leicht und mit wenig Kosten verknüpft, und bringt in sprechender Weise eine merkwürdige Erscheinung vor Augen, die dem weisesten Manne den Stoff zu den tiefsten Gedanken giebt.

So sehen wir denn in jedem Magneten eine Art Trennung des Magnetismus, eine Theilung in Nord- und Südpol und eine gewisse Feindschaft zwischen zwei Nordpolen und zwei Südpolen, denn sie stoßen sich gegenseitig ab.

Wie aber soll man sich all' diese Räthsel erklären?

Wir wollen recht bald zu der Erklärung dieser geheimen Naturkraft kommen; vorerst aber wollen wir noch einen Versuch machen.

Die Stricknadeln haben nur auf der einen Seite einen Nordpol und auf der andern einen Südpol. Wie ist es denn, wenn man eine Stricknadel in der Mitte durchbricht? Sollte man da nicht zwei Magnete erhalten, von denen der eine ein purer Nordpol und der andere purer Südpol ist?

Wir bitten Jeden, der noch nicht weiß, was daraus wird, den Versuch zu machen. Das Resultat wird ihn gewiß auf's höchste überraschen.

XXVIII. Was mit einem Magneten geschieht, der in der Mitte durchgebrochen wird.

Wer den Versuch gemacht und eine Magnetnadel in der Mitte durchgebrochen hat, der wird bei der Untersuchung jedes der zwei Stücke finden, daß jedes derselben ein Magnet für sich ist, und zwar ein Magnet mit einem Nordpol und Südpol zu beiden Enden, und einer Mitte die ganz unmagnetisch ist.

Man bedenke nur, was hier vorgegangen ist. Die ganze Nadel war früher so beschaffen, daß sie an der einen Seite einen Nordpol, an der andern Seite einen Südpol hatte, während die Mitte unmagnetisch war. Man sollte nun meinen, daß nach dem Durchbrechen der Nadel in ihrer unmagnetischen Mitte jedes der abgebrochenen Stücke nur auf einer Seite magnetisch sein könne, während das andere Ende, wo der Bruch geschah, unmagnetisch bleiben müsse. Das ist nicht der Fall. Das Ende, wo der Bruch ist, wird plötzlich eben so stark magnetisch wie das andere Ende. Man hat durch das Zerbrechen des Magneten nicht zwei halbe Magnete, sondern zwei neue vollständige Magnete, die nur halb so klein sind als der ganze war.

Und untersucht man die Enden der zwej neuen Magnete, so findet man, daß das Ende, das ehedem Nordpol war, auch jetzt noch Nordpol ist, dafür aber ist das Ende, das früher ganz unmagnetisch war, Südpol geworden, während umgekehrt das Ende, das früher Südpol war, auch jetzt Südpol blieb, das Ende dagegen wo der Bruch geschah, plötzlich ein Nordpol geworden ist.

Wie aber steht es um die Mitte der beiden neuen Magnetnadeln? Man versuche es wieder mit Eisenfeil-Spänen, und man wird finden, daß ihre Mitte eben so plötz-

lich unmagnetisch geworden ist, obwohl diese zwei Stellen an der unzerbrochenen Nadel magnetisch waren.

Des Spaßes halber lege man einmal wieder die beiden Bruchstücke dicht an einander, so daß die zwei Nadeln wie eine ganze Nadel aussehen, und man wird finden, daß ihre magnetische Kraft wieder so geworden ist, wie vor dem Zerbrechen. Die Mitte, wo der Bruch ist, ist wieder plötzlich unmagnetisch geworden, und die beiden Punkte, die früher die Mitte beider Nadeln bildeten, haben wieder ihren Magnetismus. Zieht man wieder beide Nadelstücke aus einander, so hat sich wieder im Moment der Magnetismus verschoben und jede Nadel ist wieder ein vollständiger besonderer Magnet mit zwei Polen und einer unmagnetischen Mitte.

Was aber soll man sich von all' den wunderbaren Erscheinungen denken? Wie soll man sich all' die Räthsel erklären? Wie vermag man dieser geheimen Naturkraft auf die Spur zu kommen?

Wir wollen diese Fragen beantworten, soweit eben die Naturwissenschaft jetzt eine Antwort geben kann und wir hoffen hierbei, daß uns die Leser mit ihrem Selbstdenken zu Hilfe, uns in der Verständigung über diese Räthsel durch eigenes Nachdenken entgegen kommen werden.

Vor allem aber wollen wir das hervorheben, was die Thatsachen ganz unleugbar feststellen.

Alle diejenigen, die da leugnen, daß es geheime Kräfte in der Natur giebt, das heißt Kräfte, die wir nicht durch unsere Sinne erfassen können, haben an einem Magneten Gelegenheit, sich eines bessern zu belehren. Einer Nadel kann man es weder ansehen, ob sie magnetisch ist oder nicht, und weder der Geruch, noch der Geschmack, noch das Gehör, noch das Gefühl verräth irgend etwas davon, daß hier eine besondere Eigenthümlichkeit vorhanden ist,

die magnetisch wirkt. Und gleichwohl ist ein Magnet im Stande, eine Last zu heben, ja man kann jetzt Magnete herstellen, die ganz unbegrenzte Lasten zu tragen im Stande sind.

Durch solche Thatsachen belehrt, kann kein Mensch verkennen, daß hier eine Kraft wirksam ist, eine Kraft, deren Wirkung man sieht, ohne die Kraft selber wahrnehmen zu können. Diese Kraft ist eine Kraft der Anziehung und unter gewissen Fällen eine Kraft der Abstoßung. Sie ist in der Magnetnadel verborgen und tritt, so lange man ihr kein Eisen nahe bringt, scheinbar nicht hervor; giebt sich aber in ihrer Einwirkung auf Eisen vollständig kund.

Untersucht man die Kraft der Anziehung und die der Abstoßung, so findet man, daß auch diese Kraft mit der Entfernung abnimmt und zwar ganz wie die Kraft der Anziehung der Massen; sie nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab, das heißt beispielsweise: ein Stück Eisen, das zwei Zoll weit vom Magneten liegt, wird viermal schwächer angezogen als ein anderes Stück, das nur einen Zoll weit sich vom Magneten befindet.

Zwei Arten der Anziehungskraft haben wir bereits kennen gelernt. Erstens die Anziehungskraft der Atome in jedem Körper und zweitens die Anziehungskraft der Massen auf entfernte andere Massen. Diese zwei Arten der Anziehungskraft unterscheiden sich, wie wir bereits gesehen haben, in wesentlichen Punkten. Während die Anziehungskraft der Atome in einer höchst wunderbaren Weise mit einer Abstoßungskraft gepaart ist, findet bei der Massenanziehung keine Abstoßung statt. Ferner wirkt die Wärme außerordentlich stark auf die Anziehungskraft der Atome ein, während sie auf die Massenanziehung ohne Einfluß ist.

Jetzt, wo wir eine dritte Anziehung kennen lernen, die magnetische Anziehung, sehen wir in ihr gewissermaßen beide früheren Kräfte in diesen Punkten vereinigt. Wir sehen hier Anziehung aus der Ferne, zugleich nehmen wir wahr, daß hier eine Abstoßungskraft thätig ist und endlich haben Versuche gezeigt, daß eine Erwärmung eines Magneten bis zu einem gewissen Grade die magnetische Kraft aufhebt, so daß ein Magnet, wenn er geglüht wird, alle seine Eigenschaften einbüßt.

Nach diesen allgemeinen vergleichenden Betrachtungen wollen wir der Lehre von dem Geheimniß des Magnetismus etwas näher zu kommen suchen.

XXIX. Eine Erklärung der magnetischen Erscheinungen.

Versuchen wir nunmehr, eine Erklärung der bisherigen Erscheinungen des Magnetismus vorzuführen, so weit die Wissenschaft diese Erklärung zu geben vermochte.

Offenbar steckt in einer eisernen oder einer Stahlnadel, die zu einem Magneten werden kann, und ebenso in Eisen und Stahl überhaupt etwas Verborgenes, das nicht sichtbar wird. Dieses Verborgene — was es nun auch sein und wie man es auch nennen mag — ist ein natürlicher, ein gewöhnlicher Zustand des Eisens und äußert sich deshalb nicht. Sobald jedoch das Eisen mit einem Magneten in Berührung gebracht oder gar mit diesem bestrichen wird, erwacht dieses Verborgene, und macht das Eisen selber magnetisch.

Bedenkt man, daß der erste Magnet nichts von seiner Kraft verliert, wenn man mit demselben ein anderes Eisen zum Magneten macht, so kann man nicht annehmen,

daß die magnetische Kraft sich dem zweiten Eisen mitgetheilt hat, sondern man muß sich vorstellen, daß die eine vorhandene magnetische Kraft die andere im Eisen verborgene, schlummernde geweckt habe.

Das ist freilich wunderbar, ja es klingt fast wie eine Fabel; aber wir finden in der Natur ähnliche Wunder in nicht geringer Zahl, und hören auf uns zu wundern, wenn wir die Dinge nur oft genug vor Augen sehen. Ein wenig gährende Flüssigkeit versetzt eine große Masse anderer Flüssigkeit in Gährung, das kleinste Tröpfchen Pockengift erzeugt im menschlichen Körper eine Unmasse von Pocken, die gleiches Gift in sich haben. Wir sagen: das ist Ansteckung und glauben durch dieses Wort den Vorgang erklärt; die Wissenschaft aber gesteht gerne ein, daß dies Wort selber noch der Erklärung bedarf. — Will man sich nun beim Magnetismus mit einem Wort begnügen, nun so mag man, wenn man will, sagen, es gehe im ersten Moment, wo der Magnet das Eisen berührt, ein Prozeß der Ansteckung vor, wodurch das Eisen gleichfalls magnetisch wird. Durch Streichen wird die Ansteckung noch vollständiger.

Eine weitere Beobachtung zeigt uns indessen, daß wir dem Geheimniß des Magnetismus noch etwas näher auf die Spur zu kommen im Stande sind.

Es ist augenscheinlich, daß, wenn im magnetisirten Eisen, das heißt in einem Magneten, ein gewisses Etwas vorhanden ist, das aus seinem frühern ruhigen und unwirksamen Zustand gestört worden, daß dieses Etwas aus zwei Arten zusammengesetzt ist. Wir sehen offenbar, daß, sobald Eisen magnetisch gemacht wird, der Magnetismus sich auf der einen Seite als nördlicher, auf der andern Seite als ein südlicher zeigt. Man kann sich also vorstellen, daß dieses Etwas ein Stoff ist; aber

nicht ein einfacher Stoff, sondern ein aus zwei Urstoffen zusammengesetzter Stoff, so daß es einen nördlichen und einen südlichen magnetischen Stoff giebt, die im unmagnetisirten Eisen vorhanden sind, ohne sich zu sondern. Wird aber das Eisen durch einen Magneten berührt oder bestrichen, so trennt sich der magnetische Stoff in seine zwei Bestandtheile. Der eine Bestandtheil begiebt sich nach der einen Seite, der andere nach der anderen Seite, wodurch im Eisen ein Nordpol und ein Südpol entsteht.

Diese Erklärung ist freilich nur eine Vermuthung, eine Hypothese; aber wir werden gleich sehen, daß man Ursache hat, anzunehmen, daß diese Vermuthung die wirklich richtige ist, man muß nur diese Vorstellung noch weiter ausführen.

Man muß sich nicht denken, daß bei unserer Stricknadel, die ganz magnetisirt worden, der nördlich magnetische Stoff sich ganz nach der einen Seite begeben hat, und der südlich magnetische nach der andern, als wären sie etwa auseinander geflohen, so daß sie jetzt nur an den Enden existiren. Denn dies ist nicht der Fall, wir haben ja gesehen, daß wenn man die Nadel in der Mitte zerbricht, keineswegs dadurch zwei Nadeln entstehen, von denen die eine puren Nord-Magnetismus, die andere Süd-Magnetismus hat. — Man versuche es nur einmal, von dem Nordpol-Ende einer Nadel ein Stückchen abzubrechen, und man wird sehen, daß das Stückchen auch ein vollständiger Magnet ist, der am Bruch einen Südpol hat. Ja, man kann eine Magnetnadel in tausend kleine Stücke zerbrechen und jedes Stückchen wird ein vollständiger Magnet sein, und zwar: mit Nordpol, Südpol und unmagnetischer Mitte. Es ist demnach unmöglich anzunehmen, daß sich in einer Magnetnadel der nördliche und südliche

Magnetismus wirklich nach beiden Seiten der Nadel vertheilt haben.

Man muß vielmehr bedenken, daß das Eisen der Stricknadel nur aus einzelnen Atomen besteht und muß sich zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen vorstellen, daß in jedem Atom für sich jene Trennung der zwei magnetischen Stoffe vor sich geht, so daß aus jedem Atom ein kleiner Magnet mit Nord- und mit Südpol entsteht.

So sonderbar diese Vorstellung auch scheinen mag, so außerordentliche Wichtigkeit erlangt sie doch, wenn man bedenkt, daß sie ausreicht, alle Räthsel der magnetischen Erscheinungen, die wir angeführt haben, zu lösen. Und daß dies der Fall ist, wollen wir sogleich zeigen.

XXX. Was in einer Nadel vorgeht, die man magnetisirt.

Man wird sich am leichtesten eine richtige Vorstellung machen von dem, was in einem Eisen vorgeht, welches zum Magneten umgewandelt wird, wenn man sich folgendes denkt.

Man nehme an, daß wir eine äußerst feine Nadel von der Größe einer Stricknadel vor uns haben; aber die Nadel sei so außerordentlich dünn, daß sie nur aus einer einzigen Reihe aneinanderliegender Atome des Eisens gebildet wird. In der Wirklichkeit giebt es eine so feine Nadel nicht; aber wir wollen sie uns einmal des leichten Verständnisses halber so denken.

In einer solchen Nadel liegen der Reihe nach Atom an Atom einzeln an einander, jedes Atom ist unmagnetisches Eisen und alle zusammen bringen demnach keine

magnetische Wirkung hervor. Ein jedes Atom aber für sich hält in sich oder um sich — hierüber hat man keine Gewißheit — beide Arten magnetischen Stoffes verschlossen und zwar derart, daß der nördliche und südliche Magnetismus vereinigt ist. In solchem Falle der Vereinigung beider verschiedenartiger magnetischer Stoffe ist der Magnetismus ruhend und äußert keine Art von Anziehung auf anderes Eisen.

Nunmehr aber wollen wir uns denken, daß man ein Ende dieser Nadel mit dem Pol eines Magneten berührt, und uns hierbei fragen, was in der Nadel vorgehen wird. —

Nehmen wir an, daß der Pol des Magneten der Nordpol sei, so wird er bei der Berührung des ersten Atoms der Nadel in diesem Atom beide magnetische Stoffe vorfinden. Nun wiss'n wir ja, daß ein Nordpol den nördlich magnetischen Stoff abstößt und den südlichen anzieht. Es wird also die natürliche Folge der Berührung sein, daß der Nordpol des Magneten die zwei verbundenen magnetischen Stoffe des Atoms, das er berührt, von einander trennt. Der südliche Magnetismus des Atoms wird vom Magneten angezogen, der nördliche wird abgestoßen. Hierdurch wird das Atom zwei Pole erhalten: der dem Magneten nahe liegende wird ein Südpol, während der dem Magneten entfernte ein Nordpol wird. Der Magnet hat also das Atom in einen kleinen Magneten verwandelt.

Nun darf man nicht vergessen, daß an diesem ersten Atom ein zweites liegt. Die Stelle des ersten Atoms, welche das zweite Atom berührt, ist, wie wir bereits wissen, ein Nordpol; die Folge wird sein, daß dieser Nordpol im zweiten Atom den südlichen Magnetismus an sich heranzieht und den nördlichen abstößt. Hierdurch wird

auch das zweite Atom ein kleiner Magnet. Das zweite Atom wirkt nun in gleicher Weise auf das dritte, und dieses auf seinen Nachbar, und dies geht so fort bis die Reihe an das letzte Atom kommt, in welchem ebenfalls das eine Ende, das seinen Nachbar hat, ein Südpol wird, während das letzte Ende der Nadel ein Nordpol bleibt.

Dies ist es nun, was in einer eisernen Nadel vorgeht, die von dem Pol eines Magneten berührt wird.

Wenn man all' das so recht bedenkt, so gewinnt man eine ganz andere Anschauung von der magnetischen Kraft als man gemeinhin annimmt.

Gemeinhin sagt man, ein Magnet zieht Eisen an und so erscheint es auch; aber es ist nicht so. Der Magnet zieht nicht das Eisen, sondern nur den magnetischen Stoff an, der in jedem Eisen-Atom vorhanden ist. Der Pol eines Magneten besitzt den getrennten magnetischen Stoff an seiner Fläche. Dieser getrennte Stoff hat das Bestreben, sich mit dem andern zu vereinigen, und zieht deshalb aus einem Atom Eisen, das er berührt, den entgegengesetzten Stoff an, während er den gleichen Stoff abstößt. Er macht also aus dem Eisen, das er berührt, einen neuen Magneten.

Daher vermag man mit einer Nähnadel, die an einem Magneten hängt, eine zweite Nähnadel aufzuheben, denn die Nähnadel selber ist ein Magnet geworden und verwandelt die zweite Nähnadel wieder in einen solchen.

Weil nun eine Magnetnadel nichts ist als eine Reihe magnetischer Atome, daher kommt es, daß man einen Magneten zerbrechen kann und dann in jedem Stück einen kleinen Magneten besitzt. Ein wenig Nachdenken reicht aus, auch alle übrigen räthselhaften Erscheinungen auf diese Weise zu erklären und deshalb hat man diese Hypo-

these als die richtigste der bisherigen in der Wissenschaft angenommen.

Freilich entsteht die Frage, wenn immer die beiden magnetischen Stoffe, nördlicher und südlicher Magnetismus, sich zu vereinigen streben, weshalb bleibt ein magnetisirtes Eisen magnetisch? Warum vereinigen sich nicht sofort wieder in jedem Atom die beiden magnetischen Stoffe nach der Entfernung des Hauptmagneten?

In der That es geschieht dergleichen wirklich. Weiches Eisen wird schnell magnetisch, aber verliert auch sogleich seinen Magnetismus, wenn man es vom Hauptmagneten trennt. Dahingegen nimmt gehärtetes Eisen den Magnetismus schwerer an, die zwei magnetischen Stoffe trennen sich in einem Atom harten Eisens schwer, dafür aber vereinigen sie sich nicht wieder, wenn sie vom Hauptmagneten getrennt werden und deshalb behält Stahl den magnetischen Zustand, sobald er einmal durch häufige Berührung, also durch Bestreichen, ein Magnet geworden ist.

XXXI. Der geheime Stoff oder das was man Fluidum nennt.

Wir haben das, was im Eisen die Ursache der magnetischen Erscheinung ist, einen Stoff, einen geheimen magnetischen Stoff genannt und diesen sogar von zwiefacher Natur kennen gelernt, der sich nicht äußert, wenn er nicht getrennt in seine zwei Bestandtheile, der aber in der Nähe eines Magneten, wo der Stoff bereits getrennt ist, auch in Trennung übergeht und sofort magnetische Erscheinungen verursacht.

Ob man ein Recht hat, dies einen Stoff zu nennen,

darüber wollen wir nicht streiten. Unter Stoff versteht man im Allgemeinen etwas, das mindestens die Eigenschaft aller Stoffe hat, die Eigenschaft der Schwere. Stoffe kann man auf Wagschale bringen und abwiegen; der Magnetismus jedoch ist unwiegbar und deshalb spricht man wissenschaftlich nicht von einem magnetischen Stoff, sondern von einem magnetischen Fluidum. Allein es gesteht es wohl der ernste Mann der Wissenschaft ein, daß man in dem Worte: „Fluidum" nur ein Wort für ein unbekanntes Etwas besitzt, dessen wahres Wesen dem Menschen verborgen bleibt.

Der menschliche Forschergeist befindet sich hier wiederum auf dem Gebiet eines Naturgeheimnisses und zwar eines Geheimnisses eigener Art. Wir haben bisher Anziehung und Abstoßung in der ganzen Natur beobachtet und dies ist auch beim Magneten der Fall; allein während wir bisher nicht genötbigt waren zu der Annahme, daß zwischen oder in den Atomen noch ein unbekanntes Etwas existirt, zwingen uns die Erscheinungen des Magnetismus, anzunehmen, daß im Eisen-Atom solch ein Etwas vorhanden ist, das aus seiner natürlichen Lage gestört, das in seine zwei Hauptbestandtheile getrennt, das also beliebig bewegt werden kann, als wäre es ein Ding, das man von Ort zu Ort schieben könnte.

Früher konnte man sich mit einer geheimen Kraft begnügen; beim Magneten, oder richtiger beim Eisen muß man schon zu der Annahme eines geheimen Stoffes oder Fluidums oder wie man es sonst nennen mag, kommen.

Wir haben ferner gesehen, daß im weichen Eisen dieses Etwas sehr leicht getrennt und verschoben werden kann, daß es aber eben so leicht wieder in seine frühere Lage zurückkehrt, sobald man die Ursache seiner Tren-

nung entfernt; weiches Eisen wird leicht magnetisch und verliert auch leicht seinen Magnetismus; anders ist es im harten Eisen, im Stahl. Dieser wird nicht so schnell magnetisch, verliert aber seinen Magnetismus nicht so leicht, ja er kann Jahre lang die magnetischen Eigenschaften behalten, wenn er nur einmal magnetisch geworden ist.

Bedenkt man nun, daß sich weiches und hartes Eisen nur dadurch unterscheidet, daß das weiche Eisen keine Kohle in sich aufgenommen, während hartes Eisen, Stahl namentlich, eine Verbindung von Eisen und Kohle ist, daß ferner Eisen, welches geglüht worden ist und das man langsam hat abkühlen lassen, weiches Eisen ist, während geglühtes Eisen, das man plötzlich im Wasser abkühlt und ablöscht, hart wird, so hat man mindestens eine Andeutung darüber, woher die Verschiedenheit der beiden Eisenarten in Bezug auf Magnetismus rührt. Beim Glühen des Eisens oder bei seiner Verbindung mit Kohle werden die Atome des Eisens von einander entfernt oder durch Kohlenstoff-Atome getrennt; wird nun das geglühte Eisen plötzlich abgelöscht, so können die Atome nicht so schnell wieder in ihre frühere Lage zurück, wie dies beim langsamen Erkalten der Fall ist, und dadurch muß wohl auch solchem Eisen oder Stahl die Eigenschaft genommen sein, die magnetische Trennung wieder so leicht aufzuheben.

So viel ist es nun, was man im Allgemeinen über das Geheimniß des Magnetismus kennt und zur Erklärung desselben anzugeben weiß. Es fühlt wohl Jeder, daß hier die Naturwissenschaft erst noch im Beginn ihrer wissenschaftlichen Eroberungen ist und ihr noch viel, außerordentlich viel zu thun übrig bleibt.

Gewiß aber drängt sich Jedem auch die Frage auf:

sollte denn nur das Eisen jenen geheimnißvollen magnetischen Stoff in sich haben? oder ist dieser Stoff vielleicht auch in einigen andern Dingen vorhanden, oder existirt er gar in allen Dingen, die auf Erden sind?

Die Antwort hierauf kann man erst nach den Forschungen der letzten Jahre mit einiger Sicherheit geben; und hiernach ist der magnetische Stoff in allen Dingen vorhanden; denn wir werden im nächsten Abschnitt sehen, daß die ganze Erde magnetisch ist und in Wahrheit wie ein eiserner Magnet wirkt.

Weshalb aber können wir nicht andere Dinge zu Magneten machen?

Das kann von zwei Ursachen herrühren. Entweder vermögen wir nicht jene Trennung der zwei Hauptbestandtheile des magnetischen Stoffes hervorzubringen, weil es noch nicht entdeckt ist, wie weit man das bewerkstelligen kann, oder es gelingt uns dies wohl augenblicklich, aber es tritt wieder zu schnell die Vereinigung ein.

Sollte man aber nicht im Stande sein, den Magnetismus des Eisens auf andere Dinge, die nicht aus Eisen bestehen, zu übertragen? Oder sollte es nicht gelingen, einem Stück Eisen den geheimen magnetischen Stoff irgendwie zu entreißen?

Hierauf kann man nur antworten, daß bisher noch keins von beiden gelungen ist. Ein Magnet wirkt zwar, wie wir im nächsten Artikel sehen werden, auf viele andere Dinge, aber macht diese nicht zu Magneten, wie Eisen. Entfernen endlich kann man aus dem Eisen jenen Stoff auch nicht, er strömt nicht von einem Dinge zum andern über, wie dies bei einem andern geheimen Stoff der Fall ist, dem elektrischen Stoff, den man, wie wir später sehen werden, entwickeln, sammeln, festhalten und überströmen lassen kann nach Belieben.

Und doch sind Elektrizität und Magnetismus aufs allerinnigste mit einander verwandt!

XXXII. Wie auf alle Dinge magnetisch eingewirkt werden kann.

Bereits seit langen Zeiten wußte man, daß nicht Eisen allein von einem Magneten angezogen wird, sondern daß er auch auf andere Metalle, wie Nickel und Kobalt wirkt, wenn auch in weit geringerem Maße. Seitdem aber vor noch nicht zehn Jahren der Gelehrte Faraday Versuche mit außerordentlich starken durch Elektrizität erzeugten Magneten anzustellen anfing, gewann man eine ganz neue Anschauung von dieser Sache.

Faraday entdeckte, daß auf alle Metalle, alle Stoffe, alle Flüssigkeiten, ja sogar Luftarten durch einen Magneten in irgend einer Weise eingewirkt werden kann. Ein Theil der Körper, die er untersuchte, wie Titan, Platin, Asbest, Flußpath, Mennige, Zinkvitriol, Zinnober, Tusche, Graphit, Holzkohle, Papier, Schellack, Siegellack, Gutta-Percha, und noch andere lassen magnetisch auf sich einwirken, das heißt: sie werden von einem oder dem andern Pol eines sehr starken Magneten angezogen, ohne aber vom entgegengesetzten Pol des Magneten abgestoßen zu werden. Eine große Reihe anderer Körper wieder, wie Zink, Zinn, Natrium, Quecksilber, Silber, Blei, Kupfer, Gold, ferner Jod, Phosphor, Schwefel, Weinsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Olivenöl, Terpentinöl, Gummi-Elastikum, Wachs, Stärke, Zucker, Holz, Elfenbein u. s. w. werden von dem einen Pol eines starken Magneten abgestoßen, aber nicht vom andern Pol angezogen. Reines Wasser gehört zu den

Körpern, die von beiden Polen abgestoßen werden. Bringt man daher zwischen die beiden Pole eines starken Hufeisenmagneten ein wenig Wasser in einem Uhrglase so hört das Wasser auf, eine kreisrunde Fläche im Uhrglase zu bilden; es senkt sich vielmehr an den Seiten, wo es den Polen des Magneten nahe ist und erhebt sich in der Mitte zu einem länglichen, zwischen den Polen stehenden Wasserberge.

In sehr sinnreicher Weise gelang es auch dem französischen Gelehrten Becquerel, eine Methode ausfindig zu machen, wie man Luftarten einer gleichen Untersuchung unterwerfen kann. Er entdeckte, daß von den bekannten Luftarten nur der Sauerstoff von den Polen eines Magneten angezogen, während die andern, wie Wasserstoff, Kohlensäure, Stickstoff, Leuchtgas, Quecksilberdampf und Wasserdampf von denselben abgestoßen werden.

Erst in den letzten Jahren (1851) gelang es Faraday, der magnetischen Natur des Sauerstoffs noch näher auf die Spur zu kommen und er fand, daß dieses Gas allein von allen übrigen Gasen sich wirklich wie Eisen zum Magneten verhalte, und sogar in Nord- und Südpol sich theile, so daß er den kühnen Ausspruch that, den ein Humboldt nicht verschmähte in seinen „Kosmos" aufzunehmen, daß die Erde, die von Sauerstoff umgeben ist, „gleichsam wie mit einer Hülle von dünnem Eisenblech überzogen ist, die vom Erdball ihren Magnetismus erhält."

Die interessante Untersuchung des Sauerstoffs und seines Magnetismus ist freilich noch nicht so weit gediehen, um weitere Schlüsse daraus ziehen zu können; eine vorläufige Berechnung aber ergiebt, daß der Magnetismus des Sauerstoffs etwa an dreitausendmal schwächer ist als der des Eisens, das heißt: um einem Lothe Sauerstoff

eine gewisse magnetische Kraft zu verleihen, ist ein so starker Magnet nöthig, wie dazu gehört, um ein Stück Eisen von dreitausend Loth, also von ungefähr dreißig Zentnern zu magnetisiren.

Wie dem auch sein mag, so steht soviel fest, daß der Magnetismus nicht im Eisen allein herrscht, sondern wenn dieser von einem eigenen geheimen Stoff, einem Fluidum herrührt, daß dieser Stoff oder das Fluidum die ganze Natur durchdringt und in einigen Körpern sich bloß durch Abstoßung, in anderen durch Anziehung, in einzelnen durch Bildung von Polen, durch Polarität äußert.

Auf ähnliche Gedanken war man bereits früher gekommen, als man durch die Beobachtung dahin gelangte, den ganzen Erdball als einen Magneten anzusehen, und darum müssen wir die merkwürdige Erscheinung des Erdmagnetismus hier vorzuführen versuchen.

Wir haben es bereits erwähnt, daß eine Magnetnadel, wenn sie in der Mitte an einem Faden aufgehängt wird, mit dem einen Pol nach Norden, mit dem andern nach Süden zeigt; wir wissen es auch, daß der in der Schifffahrt so wichtige Kompaß hierauf beruht.

Woher aber, fragt es sich, rührt diese eigenthümliche Erscheinung?

Ein sehr einfacher leicht anzustellender Versuch giebt über diese Frage einen vollen Aufschluß.

Wenn man eine größere Magnetnadel auf den Tisch hinlegt und eine kleine Magnetnadel, die wie ein Kompaß auf einer messingenen Nadelspitze sich hin und her drehen kann, zur Hand nimmt, so kann man sich die Einwirkung des großen Magneten auf den kleinen sehr leicht vor Augen führen.

Man halte den kleinen Magneten, den Kompaß, über

die eine Hälfte des großen, ruhenden Magneten und man wird wahrnehmen, daß sich die kleine Nadel, welche Richtung man ihr auch geben mag, so lange hin und her bewegen wird, bis sie genau in derselben Richtung steht, wie der große ruhende Magnet. Hält man jetzt die kleine Magnetnadel über die andere Hälfte der großen Magnetnadel, so wird ein Gleiches stattfinden, und wie man auch die kleine Magnetnadel drehen mag, sie wird immer in die eine Lage zurückkehren, wo sie zum Pol des großen Magneten hinweist.

Untersucht man nun die Pole des großen und des kleinen Magneten, so wird man finden, daß auch hier der Südpol des großen Magneten den Nordpol des kleinen so nahe als möglich zu sich herangezogen, und daß der Nordpol des großen Magneten auf den Südpol des kleinen eine gleiche Anziehung ausgeübt hat.

Da diese Erscheinung vollkommen erklärlich ist aus dem bereits erwähnten Verhalten der Pole zweier Magnete zu einander, so werden wenige Versuche genügen, um es sich deutlich zu machen, weshalb die Erde jeder Magnetnadel eine so so entschiedene Richtung gibt, und man wird es begreiflich finden, daß die unausgesetzten Versuche zu dem Gedanken führten, daß die Erde selbst ein großer Magnet ist, oder mindestens wie ein großer Magnet wirkt.

XXXIII. Die magnetische Kraft der Erde.

In der That, alle Beobachtungen leiten darauf hin, daß der Erdball selber nicht nur ein Magnet ist, sondern daß in demselben der Sitz der magnetischen Kraft sei, welche im magnetisirten Eisen so bestimmt und unzweifelhaft

auftritt, und die sich, wie wir bereits wissen, mindestens theilweise in allen Körpern äußert.

Freilich hat man ehedem etwas derartiges nicht annehmen mögen. Es schien Vielen weit einleuchtender, zu glauben, daß im Innern der Erde ein großer Magnet, ein wirklich eiserner Magnet oder ein mächtiger Magnetstein liegt, welcher der Magnetnadel ihre Richtung giebt. Seitdem man jedoch genauere Beobachtungen angestellt und gefunden hat, daß die Magnetnadel nicht unveränderlich nach einer und derselben Himmelsgegend zeigt, sondern fortschreitenden Schwankungen unterworfen ist, daß es Momente giebt, wo räthselhafte Lichtströme, die man Nordlichter nennt, emporleuchten aus der Gegend, wohin die Magnetnadel zeigt, und daß in solchem Augenblicke alle Magnetnadeln auf dem ganzen Erdenrund bedeutend abweichen und ins Schwanken gerathen; als man ferner wahrgenommen hatte, daß immerwährend ohne Unterlaß alle Magnete kleinen Schwankungen unterworfen sind, die fast regelmäßig mit den Stunden des Tages wechseln, da mußte man zugeben, daß dies nicht von einem festliegenden in der Erde vergrabenen großen Magneten herrühren könne; es fand vielmehr der Gedanke Eingang, daß der Magnetismus eine Eigenschaft des Erdkörpers selber ist, und daß diese Eigenschaft mit zu dem Wesen und dem Leben desselben eben so gut gehöre, wie die große Eigenschaft der Elektrizität, die mit dem Magnetismus so innig verwandt ist.

Mit jedem neuen Schritt vorwärts in der Naturwissenschaft hat sich diese Ansicht immer mehr und mehr bestätigt, und gegenwärtig ist Niemand mehr in Zweifel, daß eine richtige Anschauung von den Geheimnissen der Natur nicht wird erforscht werden können, so lange nicht das Geheimniß des Erdmagnetismus enthüllt wird.

Wir dürfen mit Stolz sagen, daß es der weltweise Greis, der Ruhm unseres Jahrhunderts, daß es unser Mitbürger Alexander von Humboldt war der auch dieser Forschung den Weg zur Wissenschaft geebnet hat, und daß es sein Verdienst ist, daß über den ganzen Erdball hin Stationen der Beobachtung errichtet sind, um zuvörderst die Gesetze des Geheimnisses der Natur abzulauschen. Ein weniger im Munde des Volkes lebender deutscher Gelehrter aber, der vor kurzem gestorbene Friedrich Gauß in Göttingen ist es, dessen scharfsinnige mathematische Forschungen die ersten Grundsteine zur Erkenntniß dieser geheimen Naturkraft gelegt haben.

Wir können unmöglich in kurzen Umrissen das Gebiet dieses Zweiges der Naturwissenschaft hier vorführen. Wir wollen uns mit einem leichten Blick auf denselben begnügen, der es unserm Leser deutlich macht, wie das, was wir wie eine Spielerei mit der magnetischen Stricknadel begonnen, tiefe Wurzeln im Weltall hat, und auf die ewigen Gesetze hinleitet, die die Träger des Universums sind.

Drei Haupterscheinungen des Erdmagnetismus sind es, auf welche die Naturforscher ihr Augenmerk gerichtet haben.

Die Magnetnadel zeigt nach Norden und nach Süden hin; aber nicht direkt nach dem Nordpol und dem Südpol der Erde, sondern sie weicht auf der nördlichen Halbkugel der Erde nach rechts, auf der südlichen nach links ab. Die magnetischen Pole der Erde sind also nicht dieselben, um welche sie sich bei ihrer Umdrehung um sich selber in vierundzwanzig Stunden bewegt. Diese Abweichung aber bleibt nicht immer gleich groß; sie ist vielmehr einer langsamen Wandelung unterworfen, und hat sich seit der Zeit, daß man die Magnetnadel beobach-

tet hat, schon wesentlich verändert. Da aber nach Alexander von Humboldt's Mittheilungen bereits vor dreitausend Jahren die Magnetnadel den Chinesen als Kompaß nach dem Süden diente, so geht hieraus hervor, daß die Abweichung der Magnetnadel von den Polen der Erde nicht mit der Zeit so groß wird, daß sie ganz die Himmelsgegend verläßt. Dies weist darauf hin, daß der magnetische Pol der Erde mit dem Umdrehungspol derselben in gewissem Zusammenhange stehe, und die Erforschung dieses Zusammenhanges, wie des Grundes der Veränderungen ist also eine Hauptaufgabe der Wissenschaft.

Eine Magnetnadel, wenn sie genau gearbeitet und gerade in ihrem Schwerpunkt aufgehängt ist, zeigt aber noch eine Erscheinung. Sie stellt sich nicht wie ein Wagebalken in Gleichgewicht, sondern das Nordende wird in unserer Gegend nach abwärts gezogen. Je weiter man die Nadel nach Norden trägt, desto mehr senkt sich das Nordende der Nadel, bis sie sich endlich dort, wo der magnetische Pol der Erde ist, ganz senkrecht stellt.

Anders ist es, wenn man sie nach Süden hin trägt. Je weiter man kommt, desto mehr hebt sich das gesenkte Ende, bis sie sich endlich in der Nähe des Aequators ganz wagerecht stellt. Trägt man diese Nadel weiter nach Süden hin, so beginnt der andere Pol sich zu senken und zur Erde hinzuneigen. Je weiter man nach der südlichen Richtung schreitet, desto mehr richtet sich der Südpol der Nadel zur Erde, bis er dort am magnetischen Pol der Erde wiederum so tief sinkt, daß die Nadel eine senkrechte Stellung einnimmt.

Man nennt diese Erscheinung die Neigung der Magnetnadel, und man sollte glauben, daß diese sich in allen Zeiten gleichbleibe, aber auch dies ist nicht der Fall; es

zeigt sich auch hier eine Veränderlichkeit, deren Gesetze man bisher noch nicht hat erforschen können.

Ein drittes Räthsel des Erdmagnetismus liegt in der Veränderlichkeit der magnetischen Kraft der Erde zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten. Genaue Beobachtungen ergeben, daß diese Kraft sich nicht gleich bleibt und Veränderungen unterworfen ist, deren Grund den Naturforschern noch unbekannt ist.

Einen Fingerzeig für all' diese Veränderungen hat freilich Faraday's Entdeckung gegeben. Wenn der Sauerstoff der Luft magnetische Eigenschaften besitzt, so muß diese Eigenschaft wesentlich geändert werden durch die Erwärmung der Luft, da die Wärme, wie wir bereits wissen, die magnetische Kraft wesentlich schwächt. Humboldt findet es wahrscheinlich, daß die Veränderung der Erwärmung der Erdoberfläche durch die Sonne solche Veränderungen hervorrufe. Gelöst ist indessen das Räthsel noch nicht, und schwerlich enthüllt die Wissenschaft diese geheime Naturkraft ohne Hilfe der Entdeckungen auf einem andern Gebiete der Naturgeheimnisse, ohne Hilfe der Erforschung der elektrischen Kraft, die mit dem Magnetismus im innigsten Zusammenhang steht und zu der wir uns nunmehr ebenfalls wenden wollen.

XXXIV. Die Unendlichkeit und die — Elektrizität.

Von allen Entdeckungen, Erfindungen und naturwissenschaftlichen Bestrebungen der Menschheit hat keine zu so glänzenden Resultaten geführt, wie sie im Gebiet der Elektrizität errungen worden sind.

Es ist nichts Uebertriebenes darin, wenn wir die Be-

hauptung aufstellen, daß dreiviertel aller menschlichen Erfindungen zusammengenommen nicht das aufwiegen, was durch die Elektrizität allein der Menschheit bisher Erhabenes, Nützliches und Wunderbares geleistet worden ist Rechnen wir das hinzu, was voraussichtlich die nahe oder entferntere Zukunft noch durch weitere Erforschung dieses Zweiges der Wissenschaft der Menschheit bieten wird, so darf man denselben als den reichsten Zweig am Baum der menschlichen Erkenntniß ansehen, von dessen Frucht zu genießen kein Gott der Menschheit verbieten wird.

Wenn ehedem die religiösen Sänger der Vorzeit die Allmacht Gottes preisen wollten, sagten sie, daß der Wind sein Bote, die Wolken seine Wagen, der Blitz sein Diener sei. — Fortan aber reicht dies zum Lobe der Unendlichkeit nicht mehr aus. Wir haben Boten, die Gedanken und Worte schneller von Ort zu Ort tragen als der Sturmwind. An den Küsten Nordamerika's sind bereits elektrische Telegraphen eingerichtet, welche den Schiffern die Nachrichten von allen Seiten her bringen, ob und wo ein Sturm im Anzuge ist. Diese Nachrichten, die schneller dahin fliegen als das Licht der Sonne, eilen dem Sturm weit voraus. Wenn dieser, der ehemals der Gottesbote hieß, anlangt, ist der Menschenbote, der Telegraph, längst vor ihm dagewesen und hat seine Botschaft ausgerichtet und die Schiffer auf seinen Empfang vorbereitet.

Wenn der Wolkenzug seiner Schnelligkeit halber der Wagen Gottes genannt worden ist, so verdient er fortan diesen Namen nicht mehr, seitdem die Wagenzüge auf unsern Bahnen mit der Feuersäule und Wolkensäule der Maschine voran an Schnelligkeit mit den Seglern der Lüfte wetteifern. Ein weiterer siegreicherer Wetteifer steht uns noch bevor, wenn man erst die elektrische Kraft benutzen wird, um die Dampfkraft zu ersetzen.

Den Blitz, den Diener Gottes von ehedem, hat die menschliche Erforschung im Gebiet der Elektrizität nicht nur nachmachen gelehrt, sondern das elektrisch leitende Metall des Blitzableiters zwingt diesen ehemals gefürchteten Diener Gottes alldort unschädlich vorüberzuziehen, wo wir seiner nicht bedürfen. Der Menschengeist hat das Gesetz belauscht, dem dieser Diener gehorchen, und vermag ihm den Weg vorzuschreiben, den er unfehlbar wandeln muß.

Wenn das Licht der Sonne vordem das Auge der Welt genannt wurde, so ist es jetzt schon soweit durch Elektrizität gelungen, Licht darzustellen, daß vierzig elektrische Flammen dem Sonnenlicht an Glanz gleichstehen. Wenn es in den Sagen der alten Zeit eines Göttersohnes bedurfte, um dem Menschen das Feuer, ein Geschenk des Himmels, herabzubringen, so reicht jetzt schon ein schlichtes Werkzeug, eine Elektrisirmaschine hin, die ein Kind in Bewegung setzen kann, um ein einziges ununterbrochenes Feuersprühen aus Glas und Metallen zu erzeugen.

Und bedenkt man, daß alle diese Erfindungen und Entdeckungen erst die Frucht gar weniger Jahrzehnte sind und daß in diesen Jahrzehnten immer noch jedes neue Jahrzehnt das alte an großartigen Eroberungen auf dem Wege des Wissens überflügelt hat, so darf man sagen, daß wir am Vorabend großer entdeckensreicher Zeiten stehen, mit deren Entwicklung die Menschheit mit immer größerem Erfolge ihrer würdigen Aufgabe sich nähert.

Zürnen wir daher der Menschheit nicht, wenn ihre Begriffe vom Erhabenen, Unendlichen, Unerreichbaren und Allmächtigen sich ganz anders gegenwärtig gestalten als ehedem, daß sie nicht mehr in blindgläubiger Begeisterung das Alles als göttliche Wunder betrachten will, was sie jetzt in den Gesetzen der Natur liegend erkennt. Aber

auch fürchten dürfen wir nicht, daß mit der Entschleierung der Naturgeheimnisse der Menschengeist sich übermüthig erheben werde; denn es ist nicht minder eine Wahrnehmung unserer Zeit und ein Ergebniß unseres Wissens, daß der forschende Menschengeist gegenüber den Geheimnissen, bis an deren Grenzen er anlangt, zugleich mit dem Genuß im eroberten Gebiet, tiefe Demuth empfindet und gegenüber dem Geiste, der in der Natur waltet, sich klein fühlt mit all' dem Großen und Erhabenen, das er im Vergleich mit den vergangenen Geschlechtern errungen hat.

Wir dürfen im Gegentheil sagen, daß Hochmuth und Dünkel in jenen alten Zeiten herrschte und noch in den Männern einer veralteten Zeit herrscht, die unwissend über das Nächste, das sie umgab, die Welt glauben machen wollten, daß sie die Geheimnisse der Vergangenheit und Zukunft gläubig zu durchschauen vermöchten, und die deshalb Alle verdammten und bannten, welche ihrer leeren Allwissenheit keinen Glauben schenken mochten.

Doch wir bitten unsere Leser um Verzeihung, daß wir statt von der Elektrizität zu sprechen, mit einem Lobe der Zeit begonnen haben, von welcher dieser Zweig der Wissenschaft seinen Anfang datirt, und gar so hohe Dinge angeknüpft haben an die schlichte Art der Betrachtung, mit welcher wir sonst die Natur und ihre Gesetze vorführen.

Vielleicht gelingt es uns, die Verzeihung unserer Leser hierfür zu erhalten, wenn wir in der Reihe der nächsten Abschnitte unseres Thema's zeigen, wie die elektrischen Erscheinungen so gar einfach und schlicht auftreten, und wie sie dennoch ein tiefes Weltgeheimniß in sich schließen, bei dessen Anschauen der Geist zu den ernstesten Betrachtungen unwillkürlich angeregt wird.

XXXV. Die Elektrizität in ihren einfachsten Erscheinungen.

So großartig die Wirkungen der Elektrizität sind, so einfach sind die Mittel, um die Erscheinungen der Elektrizität zu zeigen.

Man reibe eine Stange Siegellack leicht hin und her auf einem Stück Tuch, oder dem Aermel eines Tuchrockes, so wird man finden, daß die Siegellackstange leichte feine Papierschnitzelchen, Haare, Krümelchen, überhaupt leichte Gegenstände mit einer gewissen Energie anzieht und nach einer kurzen Weile wieder von sich abstößt.

Wenn die Luft im Zimmer recht trocken ist, so erhält sich diese Eigenschaft der Siegellackstange ein paar Minuten, dann aber verliert sie sich nach und nach, bis sich endlich gar keine Anziehungskraft äußert. Auf's neue an Tuch gerieben nimmt die Siegellackstange wiederum diese Eigenschaft an; und so kann man diesen Versuch unendliche Male beliebig wiederholen.

Man mache nunmehr den Versuch und reibe eine Glasstange, z. B. einen gewöhnlichen Lampenzylinder, mit einem seidenen Taschentuch und der Zylinder wird ebenfalls diese Eigenschaft erhalten. Ja, wenn man es nur richtig anstellt, den Zylinder in der linken Hand, das recht trockene seidene Taschentuch in der rechten offenen Hand hält, dann den Zylinder auf das Tuch legt, die rechte Hand schließt und mit der linken den Zylinder recht schnell herauszieht, so braucht man dies nur fünf bis sechsmal zu wiederholen, um das Anziehen und Abstoßen kleiner Papierschnitzel vom Zylinder recht auffallend sehen zu können. Anziehung und Abstoßung geschehen oft mit solcher Energie, daß die feinen Schnitzelchen einen wahren Tanz aufzuführen scheinen.

Noch auffallender wird der Versuch, wenn man ihn im Dunkeln macht und den Zylinder wiederholt reibt. Man bemerkt dann eine Art Leuchten des Zylinders oder einzelner Stellen desselben und wenn man dem eben geriebenen Zylinder den Knöchel eines Fingers nahe bringt, so sieht man einen kleinen weißblauen Funken mit einem knisternden Geräusch aus demselben hervor- und in die Knöchel hineinspringen.

Man nennt diese merkwürdige Eigenschaft, die sich an geriebenen Körpern zeigt: Elektrizität, weil man diesen Zustand in alten Zeiten bereits am geriebenen Bernstein beobachtet hatte, und Bernstein auf griechisch Elektron heißt.

Was aber ist die Elektrizität? Was geht in einer geriebenen Siegellackstange, einem geriebenen Glase vor, daß sie solch' sonderbare Eigenschaften annehmen?

Auf diese Fragen hat erst die Forschung der neuesten Zeiten eine Antwort zu geben vermocht, und nach dieser Antwort haben wir es hier wieder mit einem großen Naturgeheimniß zu thun, mit einem feinen geheimen Stoff, einem Fluidum, das unsichtbar und unfühlbar für unsere fünf Sinne das ganze Weltall erfüllt.

Weitere Forschungen haben nämlich ergeben, daß nicht blos Siegellack und Glas diese merkwürdigen Eigenschaften besitzen, sondern daß alle Körper in der Welt ohne Ausnahme durch Reiben elektrisch werden können; nur ist dies bei den meisten nicht auffallend genug und bei Metallen findet eine besondere Eigenthümlichkeit statt, die in gewöhnlichen Verhältnissen ihr Elektrischwerden ganz unmerklich macht.

Wir wollen nunmehr die besondere Eigenthümlichkeit der Elektrizität etwas näher kennen lernen; müssen aber zu diesem Zweck noch einige Versuche aufstellen.

Man schneide sich aus Kork oder noch besser aus Hollundermark ein paar kleine Kügelchen und hänge solch' ein Kügelchen irgend wo an einem trockenen Seidenfaden auf, so daß es wie ein Pendel frei hin und her schwingen kann. Bringt man einem solchen Kügelchen eine geriebene Glasstange nahe, so wird das Kügelchen heranspringen, das Glas berühren, dann aber davon eilen und das Glas zu fliehen suchen. Dasselbe Glas, das früher das Kügelchen angezogen hatte, wird jetzt dasselbe abstoßen.—

Nunmehr berühre man das Kügelchen mit dem Finger und man wird sehen, daß es nun wieder von dem geriebenen Zylinder angezogen wird, sofort aber, nachdem es denselben berührt hat, springt es davon und sucht dem Zylinder wieder zu entfliehen. Es wird von dem Zylinder abgestoßen. Erst dann, wenn man das Kügelchen wieder berührt hat, hört es auf, vor dem geriebenen Zylinder die Flucht zu ergreifen; im Gegentheil, es fühlt sich zu ihm hingezogen, um dann, wenn es einmal denselben berührt hat, ihn wieder zu fliehen.

Offenbar geht hier in dem Glas-Zylinder und in dem Kügelchen etwas ganz Eigenthümliches und Sonderbares vor. Im Dunkeln und namentlich, wenn die Luft in der Stube recht trocken ist, kann man von dem, was vorgeht, schon einigermaßen etwas sehen. —

Man beobachtet im Dunkeln, daß im Moment, wo das Kügelchen den geriebenen Zylinder berührt, ein feiner Funken in dasselbe hineinspringt. Mit diesem Fünkchen geht eine Summe von Elektrizität in das Kügelchen über. Nun aber sollte man glauben, daß die Elektrizität im Zylinder und die im Kügelchen, die doch beide ganz gleicher Natur sind, sich erst recht leicht anziehen müßten: aber das ist gerade nicht der Fall. Im Gegentheil, die gleichartige Elektrizität in beiden bewirkt eine Abstoßung. —

Berührt man aber das Kügelchen, so nimmt man ihm die Elektrizität, und somit wird es wieder von dem Zylinder angezogen, um wieder, wenn es von demselben Elektrizität empfangen hat, abgestoßen zu werden.

Indem wir im nächsten Abschnitt zeigen wollen, wie es sich mit dem Kügelchen verhält, wenn es einer geriebenen Siegellackstange nahe gebracht wird, wollen wir uns für jetzt mit dem Resultat begnügen, daß erstens eine geriebene Glasstange das Kügelchen elektrisch macht, und zweitens, daß diese ganz gleichartige Elektrizität sich gegenseitig abstößt.

XXXVI. Weitere elektrische Versuche.

Ganz denselben Versuch, den man mit dem Kügelchen und dem geriebenen Glas-Zylinder gemacht hat, ganz denselben kann man mit dem Kügelchen und der geriebenen Siegellackstange machen; nur muß man den Siegellack nicht mit Seide, sondern mit wollenem Zeug reiben.

Bringt man dem Kügelchen eine geriebene Siegellackstange nahe, so wird es gleichfalls angezogen und unter günstigen Umständen bemerkt man gleichfalls einen kleinen Funken in das Kügelchen überspringen, das andeutet, daß die Siegellackstange dem Kügelchen etwas Elektrizität abgegeben hat. Aber sobald das geschehen ist, wird das Kügelchen nicht mehr angezogen, sondern es sucht der genäheren Siegellackstange auszuweichen, es wird von derselben abgestoßen.

Da nun die Elektrizität der Siegellackstange und des Kügelchens gleicher Natur sind, so gewinnt man aus diesen Versuchen die Ueberzeugung, daß die gleichartige Elektrizität sich nicht anzieht, sondern abstößt.

Ganz anders aber ist es, wenn man den Versuch folgendermaßen anstellt.

Man bringe einem Kügelchen, das an einem Seidenfaden hängt, eine geriebene Glasstange nahe und es wird zuerst angezogen und sodann abgestoßen werden. Nun bringe man dem von Glas abgestoßenen Kügelchen eine geriebene Siegellackstange nahe und man wird zu seinem Erstaunen sehen, daß es von dieser nicht abgestoßen, sondern im Gegentheil sehr heftig angezogen wird.

Macht man es umgekehrt, das heißt, berührt man das Kügelchen zuerst mit der geriebenen Siegellackstange, so wird es angezogen und dann von der Siegellackstange abgestoßen. Aber wenn man jetzt einen geriebenen Glas-Zylinder in die Nähe bringt, so wird es von diesem äußerst kräftig angezogen.

Man mache nun den Versuch, dem Kügelchen gleichzeitig beide elektrisirten Körper von zwei verschiedenen Seiten zu nähern, und man wird bemerken, daß das Kügelchen vom Glas angezogen und abgestoßen, dann vom Siegellack gleichfalls angezogen und abgestoßen wird, sodann zieht wieder das Glas das Kügelchen an und stößt es ab; nun macht es die Siegellackstange eben so, und man hat das Schauspiel, daß das Kügelchen eine Zeit lang wie ein Pendel hin und her zwischen Glas und Siegellack springt, bis sich die Elektrizität aus beiden verloren hat.

Woher dieses sonderbare Benehmen?

Man kann sich dies nicht besser als in folgender Weise erklären. —

In allen Dingen, die wir sehen, giebt es einen unsichtbaren und unsern Sinnen völlig verborgenen äußerst feinen Stoff, oder wie man es gewöhnlich nennt, ein „Fluidum", welches aus zwei verschiedenen Bestandtheilen be-

steht. Ob dieses Fluidum in den Atomen der Dinge liegt oder zwischen den Atomen gelagert ist, das ist unbekannt. So lange dieses Fluidum nicht in seine zwei verschiedenen Bestandtheile getrennt ist, giebt es sich nicht weiter kund. Durch Reiben jedoch kann man aus gewissen Körpern das elektrische Fluidum trennen, so daß das Reibzeug die eine Art der Elektrizität in sich aufnimmt, während im geriebenen Körper die andere Art Elektrizität sich ansammelt. Und in solcher Weise werden die Körper sichtbar elektrisch, das heißt, die getrennte Elektrizität bringt gewisse elektrische Erscheinungen hervor.

Reibt man nun Glas mit Seide, so entsteht im Glase eine Trennung des Fluidums der Elektrizität, das heißt, es trennt sich dieses Fluidum in seine zwei Bestandtheile. Die eine Art Elektrizität bleibt am Glase, die andere häuft sich im Reibzeug, in der Seide an. Ein gleiches geschieht beim Reiben der Siegellackstange; nur mit dem Unterschied, daß die Elektrizität, welche am Glase bleibt, von anderer Art ist als die, welche an der Siegellackstange hervorgerufen wird.

Da man das innerste Wesen, die Natur der zwei verschiedenen Elektrizitäten nicht weiter kennt, so hat man zum Unterschied derselben die eine die Glas-Elektrizität oder die positive Elektrizität und die andere die Harz-Elektrizität oder die negative Elektrizität genannt. — Wir wollen fortan diese Bezeichnung beibehalten und die zwei Arten Elektrizität die positive und die negative nennen, wobei wir immer unter positiver Elektrizität die verstehen, welche das mit Seide geriebene Glas annimmt, während wir unter negativer Elektrizität diejenige meinen, welche mit Tuch oder Pelz geriebener Siegellack zeigt. — Sollte es aber nicht noch eine dritte Art von Elektrizität geben?

Man hat alle möglichen Dinge in der Welt versucht durch Reiben oder durch andere Operationen elektrisch zu machen und dies gelingt vollständig. Aber bei all' den Versuchen hat man immer nur entweder die eine oder die andere Elektrizität hervorzurufen vermocht; niemals fand man irgendwelche Spur einer dritten Art Elektrizität.

Die zahlreichsten Beobachtungen haben nur von dem Verhalten beider Elektrizitäten Folgendes ergeben:

Wenn zwei Körper mit gleicher Elektrizität erfüllt sind, so stoßen sie sich ab. Die positive stößt die positive, die negative stößt die negative Elektrizität ab. Wenn jedoch ein Körper mit positiver, der andere mit negativer Elektrizität versehen ist, so ziehen sie sich an. — —

So wunderlich dies klingt, so räthselhaft auch diese Erklärung an sich ist, so wahr und richtig ist sie dennoch, denn Tausende von Versuchen bestätigen es und schlagen jeden Zweifel durch den Augenschein nieder.

Ein größeres Wunder aber liegt noch in der Art, wie die Elektrizität von einem Körper in den andern überfließt und hiervon wollen wir nunmehr sprechen.

XXXVII. Die Verschiedenheit der elektrischen und magnetischen Erscheinungen.

Ein Jeder, der die Beobachtung macht, wie ein Körper, auf welchem positive Elektrizität haftet, einen andern mit gleicher Elektrizität abstößt, wie ferner auch die negative Elektrizität die negative in gleicher Weise abstößt, wie dagegen sich positive und negative Elektrizität gegenseitig anziehen; — ein Jeder, der dies beobachtet, der wird die Aehnlichkeit, die zwischen diesem Zustand und dem des Magnetismus obwaltet, auffallend finden.

Beide, Elektrizität und Magnetismus, sind Eigenschaften, die wahrscheinlich von einem geheimen Stoff, einem unsichtbaren, unwägbaren Fluidum herrühren, das seinen Sitz in den Atomen oder um denselben hat. Beide geheimen Stoffe sind zwiefacher Natur; im Magnetismus nennen wir sie Nord- und Süd-Magnetismus, in der Elektrizität bezeichnen wir sie durch positive und negative Elektrizität. Am Magneten stößt der Nordpol den Nordpol ab, wie der Südpol den Südpol, während der Nordpol des einen Magneten und der Südpol des andern Magneten sich gegenseitig anziehen; in der Elektrizität ist es ebenso. Die Elektrizitäten gleichen Namens stoßen sich ab, die ungleichnamigen ziehen sich an. Es liegt hiernach sehr nahe, beide geheimen Kräfte der Natur als eine einzige zu betrachten, die nur durch eigene Umstände anders erscheinen, ohne im Wesen anders zu sein.

Gleichwohl jedoch ergiebt eine nähere Betrachtung einen ungeheuren Unterschied.

Wenn man mit einem Magneten einen zweiten Stahlstab magnetisch macht, so geht vom ersten Magneten hierbei nichts verloren. Er bleibt magnetisch, wie er gewesen. Er hat von seinem Magnetismus nichts abgegeben. Der neue Magnet hat nicht einen Theil vom alten in sich aufgenommen. Der Magnetismus haftet fest in dem Magneten und entfernt sich nicht daraus und vermindert sich nicht, selbst wenn man unendliche Massen von Eisen damit magnetisch macht.

Ganz anders aber ist es mit der Elektrizität. Aus dem geriebenen Glasstab, der geriebenen Siegellackstange sieht man schon etwas überspringen in den Körper, womit man ihnen naht. Ein Funke bricht sich die Bahn durch die Luft, die noch beide Gegenstände trennt und das Hollundermark-Kügelchen, das den Funken in sich aufgenommen,

hat Elektrizität empfangen und eine gewisse Summe aus dem Glasstab oder der Siegellackstange herausgezogen. — In der That ist die geriebene Glasstange, der geriebene Siegellack gerade um den einen Theil der Elektrizität, den er abgegeben hat, schwächer geworden. Ja man kann ihnen die ganze Elektrizität nehmen, wenn man auch nur einmal mit der feuchten Hand über das Glas oder den Siegellack wischt. Die Elektrizität geht hierbei in die Hand über und hat sich von dem Glase und dem Siegellack ganz und gar fortbegeben.

Dies allein weiset schon auf ein ganz anderes Wesen der Elektrizität hin, als das des Magnetismus. Bemerkt man aber gar, wie die Elektrizität mit einer gewissen Energie überspringt von dem einen Körper zum andern, wie ein bloßer geriebener Lampen-Zylinder einen Theil seiner Elektrizität, bevor noch der Knöchel eines Fingers ihm nahe kommt, einen knisternden Funken aussendet, der oft einen Zoll Raum überspringt, um in den Finger zu fahren, so entnimmt man schon hieraus, daß die Elektrizität, wenn sie an einem Körper erzeugt ist, nur darauf lauert, sich von ihm zu entfernen und sich auch sofort entfernt, wenn sie einen Körper findet, der sie aufnimmt.

Wir wollen nun einmal diese sonderbare Eigenschaft der Elektrizität etwas näher betrachten, denn aus dieser entspringen höchst wunderbare Eigenschaften und die merkwürdigsten Erscheinungen, die überhaupt im Reich der Natur uns entgegentreten.

Gewiß wird sich Jeder die Frage vorlegen: wenn wirklich die Elektrizität so begierig ist, sich von dem Körper, auf welchem sie durch Reiben erzeugt worden ist, zu entfernen, weshalb entfernt sie sich nicht in die Luft, die den Zylinder umgiebt? oder weshalb geht sie nicht direkt in die Hand über, mit welcher man den Zylinder hält?

Die Antwort hierauf ist vollkommen klar, wenn sie auch für den ersten Augenblick etwas sonderbar erscheint.

Durch unzählige Versuche bestätigt es sich, daß es gewisse Körper giebt, welche die Elektrizität, die sie in sich aufnehmen, mit ungeheurer Geschwindigkeit weiter fort führen. Andere Körper wieder sind nicht im Stande dies zu thun, sondern die Elektrizität, die auf ihnen erzeugt wird, oder die sie aufnehmen, bleibt an der Stelle sitzen, wo sie einmal vorhanden ist. Man nennt die Körper, welche die Elektrizität schnell fortführen, gute Leiter der Elektrizität, denn sie leiten die Elektrizität, die sie erhalten, schnell ab; diejenigen Körper, welche diese Eigenschaft nicht besitzen, nennt man schlechte Leiter oder mit dem wissenschaftlichen Namen: „Isolatoren", weil sie die Elektrizität absperren und nicht weiter wandern lassen.

Die trockene Luft ist ein schlechter Leiter. Wenn man daher einen Glaszylinder durch Reiben elektrisch macht, so wird zwar die dünne Luftschicht, die auf dem Zylinder ist, auch elektrisch, allein diese Luftschicht leitet die Elektrizität nicht fort und der Zylinder behält seine Elektrizität. Ist man aber in einem Zimmer, wo die Luft feucht ist, so gelingen alle bisher angeführten Versuche nicht. Der Zylinder wird zwar elektrisch, aber die feuchte Luft nimmt die Elektrizität in sich auf und vertheilt sie nach allen Richtungen, so daß von derselben keine Spur bleibt.

Zu den schlechtesten Leitern gehört Glas, daher geht die Elektrizität von der geriebenen Stelle des Zylinders nicht in die Hand über, denn der Theil des Glases, den man in der Hand hält, läßt die Elektrizität nicht durch zur Hand. Der menschliche Körper ist ein guter Leiter, namentlich wenn die Haut ein wenig feucht ist; der allerbeste Leiter aber ist Metall und darum wendet man Me-

talldrähte zu Telegraphen an, weil sie die Fähigkeit, die Elektrizität fortzuleiten, in einem zauberhaft hohen Grad besitzen, wie wir dies sofort an einigen Beispielen näher zeigen werden.

XXXVIII. Ueber die Leitung der Elektrizität.

Es läßt sich durch Versuche nachweisen, daß man Metall ebenfalls elektrisch machen kann, und wir werden dies auch sofort näher angeben; nur muß man hierbei anders verfahren, wie bei andern Stoffen, welche die erregte Elektrizität nicht fortzuleiten im Stande sind.

Eine Glasstange kann man an einem Ende in der Hand halten, während man das andere Ende elektrisch macht; eine Metallstange dagegen würde zwar elektrisch werden, aber in demselben Augenblick würde sie die ganze elektrische Kraft verlieren. Sie würde die Elektrizität der Hand, mit der sie gehalten wird, mittheilen, die Hand ist wie der ganze menschliche Körper ein guter Leiter und so würde die Elektrizität bis an die Füße dringen, die auf dem Fußboden stehen. Dieser würde die Elektrizität weiter leiten, bis die Erde, die große Erde die Elektrizität aufnimmt, wodurch sie vollständig für uns verloren geht.

Wir haben gesehen, daß ein Hollundermark-Kügelchen eine ganze Weile seine Elektrizität behält, aber es behält sie nur, wenn es an einem trocknen Seidenfaden hängt, und ein solcher die Elektrizität nicht ableitet. Man mache den Seidenfaden aber ein wenig feucht oder nehme statt desselben einen Zwirnsfaden und man wird sehen, daß das Kügelchen zwar Elektrizität in sich aufnimmt und angezogen, aber nicht abgestoßen wird. Denn es vermag die

Elektrizität nicht bei sich zu behalten, weil der feuchte Seidenfaden oder der Zwirnsfaden die Elektrizität fortleitet.

Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß man Metall recht gut elektrisch machen kann; nur darf man es hierbei nicht in der Hand halten, sondern muß es an einem Seidenfaden aufhängen oder besser noch an einen Glasstab befestigen, oder mit Harz oder Gutta-Percha überziehen.

Gewiß hat Jeder schon die Drähte gesehen, durch welche telegraphische Nachrichten von Ort zu Ort mit unendlicher Schnelligkeit verbreitet werden. Diese. Drähte sind von Eisen oder Kupfer, die man aber mit Gutta-Percha überzieht, damit sie auf dem weiten Wege nichts von der Elektrizität, die man ihnen beibringt, verlieren. Von diesem Ueberzug wird die Elektrizität des Drahtes eingeschlossen, isolirt, und ist der Ueberzug gut, so kann der Draht viele viele viele Meilen lang sein, er wird die an einem Ende in ihm erregte Elektrizität augenblicklich auch am andern Ende äußern und dort die Zeichen geben, welche man von ihm als Nachricht verlangt.

Wir werden später von unsern telegraphischen Einrichtungen nähere Mittheilungen machen; für jetzt wollen wir nur zeigen, wie man durch die bloße Leitungsfähigkeit des Metalls im Stande ist, einen sehr einfachen Telegraphen einzurichten.

Gesetzt, man hätte einen Draht, der gut isolirt, das heißt von einem nicht leitenden Ueberzug eingeschlossen ist, von London bis Berlin gelegt, so brauchte man nur an jedem Ende eine kleine Messingkugel an den Draht anzulöthen und könnte verabreden, daß man in London gerade in dem Moment, wo dort irgend ein erwartetes wichtiges Ereigniß eintritt, einen elektrischen Funken in die Kugel wird einschlagen lassen, und wenn der Funke nur stark genug ist, so wird unfehlbar fast in demselben

Augenblick auch die Kugel in Berlin elektrisch werden und einen Funken von sich geben, der bei gehöriger Vorrichtung im Stande ist, Pulver anzuzünden und eine Kanone abzufeuern oder sonst irgend welche Wirkung hervorzubringen.

Freilich wäre dies ein ganz unbehilflicher Telegraph, denn er könnte nur ein verabredetes Zeichen und nicht eine bestimmte Nachricht von Ort zu Ort tragen; aber ein Hauptprinzip der jetzigen Telegraphie würde er immer darstellen, nämlich die wunderbare Leitungskraft der Metalle, die es hervorbringt, daß ein Draht, der an einem Ende elektrisch gemacht wird, sofort seine Elektrizität durch die ganze Länge vertheilt und in demselben Moment auch sein anderes Ende elektrisch macht, selbst wenn dies Ende viele Tausende von Meilen entfernt ist.

Gewiß ist dies etwas Unglaubliches. Ohne Zweifel würden die weisesten Menschen diese Thatsache ableugnen, wenn nicht der Augenschein sie tausendfältig bestätigen möchte. Es ist einmal so und jeder Mensch kann sich durch die Telegraphie davon überzeugen, daß es so ist, daß nämlich ein elektrisch gemachter Draht auf viele viele Meilen hin in einem Augenblick elektrisch wird bis zum andern Ende. Man nennt diese Fähigkeit: die Kraft der Metalle, die Elektrizität zu *leiten*, obgleich es streng genommen nicht gerade eine Leitung, sondern eine *Vertheilung* der Elektrizität durch die ganze Länge ist.

Wir kennen nunmehr diese Leitungsfähigkeit der Metalle; man hat die Geschwindigkeit, mit welcher sie geschieht, schon gemessen und das unglaubliche Resultat gefunden, daß eine *einzige* Sekunde hinreicht, um einen *achtzigtausend* Meilen langen Draht von dem einen Ende bis zum andern elektrisch zu machen; allein wenn wir fragen: wie geht dies zu? Was geht in dem Me-

tall vor in dieser Sekunde? Warum besitzen nur die Metalle diese Eigenschaft, während z. B. ein feuchter Zwirnsfaden die Elektrizität wohl leitet, aber außerordentlich langsam leitet? Da schweigt die Wissenschaft und verweist auf eine erkenntnißreichere Zukunft des Menschengeschlechtes. Für jetzt ist auch dies ein Geheimniß, das Wunder ist eine Folge einer geheimen Naturkraft, deren Grund wir nicht kennen, aber deren Erscheinungen wir weiter nachfolgen wollen.

XXXIX. Der elektrische Funke und der Blitz.

Die Entdeckung, daß die Metalle eine so starke Kraft besitzen, die Elektrizität zu leiten, führte zu der herrlichen und nützlichen Erfindung des Blitzableiters. Franklin, ein Bürger Nordamerika's, der sich als Staatsmann, Philosoph, Naturforscher und populärer Schriftsteller unsterbliche Verdienste erworben hat, Franklin war es, der auf den großen Gedanken kam, daß der Blitz, der aus den Wolken hervorbricht und zündend und vernichtend seinen Weg zur Erde sucht, am Ende nichts anders sein mag, wie der elektrische Funke, der aus geriebenem Glase hervorspringt; nur daß dieser Funke mit schwachem Licht und leichtem Knistern sich Bahn bricht durch die Luft, während der Blitz, dieser große elektrische Funke, mit blendendem Lichte und donnernder Stimme seine Bahn durchzuckt. — Veranlassung zu diesem herrlichen Gedanken hatten schon viele Gelehrten und deren Versuche gegeben. Statt der einfachen geriebenen Glasstange hatte man schon begonnen Maschinen zu bauen, wo große runde Glasscheiben an dazu eingerichteten Kissen gerieben wurden; weitere Vervollkommnung hatte zu den vortrefflichen Vorrichtun-

gen geführt, die gegenwärtig noch die Haupttheile der Elektrisirmaschine ausmachen. Durch geeignete Instrumente lernte man die schwache Elektrizität ansammeln in einer Metallkugel, aus der man bedeutende Funken hervorspringen lassen konnte. Ja man verstand es schon Funken hervorzurufen aus der Elektrisirmaschine und den dazu gehörigen Instrumenten, die stark genug waren, Thiere zu tödten und die Aehnlichkeit solcher Funken mit dem Blitz lag freilich nahe genug, so daß Viele von Franklins Zeitgenossen die Wolken als große Elektrisirmaschinen, den Blitz als elektrischen Funken erklärten; allein dieser große Denker war es, der sich nicht mit der Erklärung des Blitzes begnügte, sondern den Muth hatte zu versuchen, ob er den Blitz ebenso regieren könne, wie man den elektrischen Funken regieren und zwingen kann, einen bestimmten Weg zu wandeln.

Was ursprünglich wie eine Spielerei betrachtet wurde, das Hervorlocken eines Funkens aus geriebenem Glase, war freilich schon zu einem kleinen Bilde einer der erhabensten und furchtbarsten Naturerscheinungen geworden; aber der weise Franklin, der weitere Folgen daran knüpfte, verschmähte es nicht, wieder zu einem Kinderspiel zu greifen, und machte seine ersten Versuche den Blitz abzuleiten, mit dem Papierdrachen seines Sohnes, den er hoch hinauf in die Luft steigen ließ, in dessen Schnur aber er einen feinen Metallfaden einwebte mit dem Wunsche, daß dieser Metallfaden einen Blitz vom Himmel herablocken möge.

Nach wenigen Wiederholungen gelang sein Versuch vollkommen und trotz der Gefahr, die er mit sich führte, und die später einem ausgezeichneten Naturforscher das Leben kostete, lief alles so glücklich ab, daß Franklin die Genugthuung hatte, die Blitzableiter als sichere Schutzmittel

zegen Gewitterschläge an den vorzüglichsten Gebäuden prangen und selbst an Kirchen angebracht zu sehen, obgleich die überfrommen Diener Gottes von den Kanzeln gegen die Frechheit der Menschen donnerten, welche sich anmaßen, dem Zorn Gottes und seinem Blitze in den Arm zu fallen.

Der Blitz ist in der That nicht der Arm Gottes und das Auflodern der Flamme seines Zornes, wie die frommen Eiferer meinten und meinen oder glauben machen wollen; er ist, wie die weiteren Forschungen ergeben haben, ein Erzeugniß der Elektrizität, die in der Luft entsteht und wahrscheinlich dann entsteht, wenn Luftströme, wenn Winde von entgegengesetzten Richtungen sich begegnen und bei ihrem Vorüberstreifen an einander, bei ihrem Durchdringen und Ringen und Durcheinanderwirbeln eine große Reibung der Luftschichten entsteht, welche die Elektrizität eben so frei macht, wie das Reiben der Seide am Glase.

Wie sehr die Reibung der Luft Elektrizität hervorruft, das hat man erst vor wenigen Jahren Gelegenheit gehabt zu beobachten, wo ein Feuermann bei der Lokomotive die Entdeckung machte, daß man unter geeigneten Umständen aus dem ausströmenden Dampf des Sicherheitsventils der Lokomotive ungemein große elektrische Funken hervorlocken kann. Nähere Untersuchungen dieser Erscheinung haben ergeben, daß die Elektrizität hier nicht entsteht durch die Verwandlung des Dampfes in Wasser, wie man anfangs vermuthete, sondern daß die Reibung des Dampfes beim Herausströmen durch die kleine Oeffnung des Ventils die eigentliche Quelle der elektrischen Erscheinungen ist.

Der Blitzableiter ist der Draht, der bei gewitterschwerer Luft die Elektrizität fortwährend aus der Luft über

dem Gebäude auffängt und sie in die Erde führt, wohin der Blitzableiter verläuft. Ein Blitzableiter ist daher ein vorzügliches Schutzmittel für hohe Gebäude und Thürme, die dem elektrischen Schlage des Blitzes am meisten ausgesetzt sind und decken auch so ziemlich die kleineren Gebäude, die in der Nähe liegen. Nur wenn der Blitzableiter zerbrochen oder verrostet ist, so daß er nicht über die beschädigte Stelle hinaus den Blitz leiten kann, ist er nicht nur unnütz, sondern auch gefährlich.

Von der vortrefflichen Leitungsfähigkeit der Metalle hatte ein junger Offizier der französischen Armee im Anfang dieses Jahrhunderts die beste Gelegenheit, sich zu überzeugen. Derselbe eilte durch die Straßen von Mainz, um einem Gewitterregen zu entgehen und steckte sein schweres goldenes Uhrgehänge in die Hosentasche, um es nich zu verlieren. Doch seine Flucht war vergeblich, ein Blitzschlag schlug ihn nieder. Nach Hause getragen, erwachte er wieder und völlig unbeschädigt. Bei genauer Untersuchung zeigte sich, daß der Blitz durch das Metall seiner Kopfbedeckung in die Uhrkette, die er um den Hals hatte, sich den Weg gebahnt; von hier floß der Blitz durch die Uhrgehänge bis an die Hosentasche und lief von da an dem Metallstreifen seiner Hose bis an die Stiefel und durch den Sporen bis in die Erde. — Der Metallschmuck war freilich theils zerrissen, theils geschmolzen; aber der Offizier war gerettet und mochte fortan den Glauben an die Leitungsfähigkeit der Metalle nicht mehr verloren haben, da der Beweis für ihn wirklich sehr schlagend gewesen ist.

XL. Die Leitung, Ansammlung und Ladung der Elektrizität.

Das Wunderbare, daß man die Elektrizität im Stande ist zu leiten, sie von einem Körper zum andern überfließen zu lassen, wird noch durch die Thatsache erhöht, daß man die Elektrizität im Stande ist anzusammeln, und in so starkem Maße anzusammeln, daß sie eine furchtbare Wirkung hervorbringt, wenn man diese gesammelte Elektrizität mit einem Male frei läßt.

Mit Recht nennt man diese Ansammlung von Elektrizität eine Ladung und spricht von Entladung derselben, als ob von einem geladenen Geschütz die Rede wäre, das abgeschossen wird.

Die Elektrisirmaschinen sind zu diesem Zweck eingerichtet und kann man mit denselben eben so interessante wie lehrreiche Versuche im Großen anstellen.

So eigentlich ist schon ein gewöhnlicher Lampen-Zylinder, der mit einem seidenen Taschentuch gerieben wird, eine Art kleiner Elektrisirmaschine; die wirklichen Elektrisirmaschinen sind nur vortheilhafter gebaut und haben einen besonderen Apparat, der der eigentliche Ansammler der Elektrizität ist.

Die gewöhnliche Elektrisirmaschine besteht aus einer runden Glasscheibe, die wie ein Schleifstein durch eine Kurbel gedreht werden kann. An die Scheibe liegen ein paar Kissen an, die einen mäßigen Druck auf sie ausüben und an welchen die Scheibe sich reibt, wenn sie gedreht wird. Dieses Reibzeug ist vortheilhafter eingerichtet als eines von Seide und wirkt daher besser, so daß man beim dauernden Drehen der Scheibe elektrische Flammen auf dem Glase sieht. Beim Reiben entsteht auf dem Reibzeug

negative Elektrizität und auf der Scheibe positive Elektrizität. Da sich aber diese beiden Elektrizitäten anziehen und sich gegenseitig ausgleichen, so würde die Wirkung der Maschine doch nur schwach sein, man bringt deshalb an dem Reibzeug einen Metallstreifen an, der bis zum Fußboden reicht. Durch diesen Metallstreifen wird alle entstehende negative Elektrizität zur Erde abgeleitet und die positive Elektrizität auf der Glasscheibe kann sich stärker häufen. Um aber die hier aufgehäufte Elektrizität noch stärker an einem Orte anzusammeln, dazu sind vor der Scheibe eine oder mehrere mit einander verbundene Messingkugeln angebracht. Diese Kugeln stehen mit zwei Messingstäbchen in Verbindung, welche ziemlich nahe an die Scheibe anliegen und ihr alle Elektrizität abnehmen und sie zu den Kugeln führen. Die Kugeln aber stehen auf Glasstangen, so daß sie ihre Elektrizität nicht fortleiten können und so sammelt sich denn die Elektrizität in denselben derart an, daß schon aus den Kugeln einer gewöhnlichen Maschine drei bis vier Zoll lange leuchtende Funken herausspringen, wenn man ihnen mit dem Knöchel eines Fingers nahe kommt.

Man nennt diese Kugeln den Konduktor; wir wollen sie die Sammelkugeln nennen, denn in der That sammelt sich in ihnen alle Elektrizität an, die auf der Scheibe entwickelt wird. Solch' eine Kugel ist gewissermaßen die Sparbüchse der Elektrizität, die all' die kleinen Summen, welche beim Reiben der Scheibe frei werden, in sich aufnimmt und anhäuft. Aber es ist eine sehr unpraktische Sparbüchse, denn wenn man sie nur berührt, giebt sie in einem Augenblick alle ihre Ersparnisse von sich; sie entladet sich wie mit einem Schuß. Wir werden später sehen, daß dies bei der galvanischen Elektrizität nicht der Fall ist und deshalb ist auch die Entwickelung und Wir-

kung dieser Art Elektrizität von der höchsten praktischen Bedeutung geworden.

Wer jemals Gelegenheit hat, eine Elektrisirmaschine zu sehen und ihre Thätigkeit zu beobachten, der unterlasse es ja nicht, seine Aufmerksamkeit auch auf all' die kleinen sogenannten Spielereien, die man damit treiben kann, zu richten; denn das, was Vielen wie eine Spielerei vorkommt, ist oft der Schlüssel zu wichtigen Naturereignissen und Naturgeheimnissen und sind nicht selten die Pforten geworden zu großartigen und erhabenen Erfindungen und Entdeckungen. — Vor allem aber versäume man nicht folgenden interessanten Versuch anzustellen.

Ein Mensch, der während des Drehens der Maschine die Sammelkugel anfaßt, spürt nicht die mindeste Wirksamkeit derselben, denn die Elektrizität wird durch den menschlichen Körper hindurch geleitet und geht in den Fußboden über, der die Elektrizität zur Erde führt. Ganz anders aber ist es, wenn man einen Menschen auf ein, große Gutta-Percha-Platte oder ein Fußbänkchen stellte welches Glasfüße hat. Hierdurch kann die Elektrizität nicht in den Fußboden abfließen und sie sammelt sich in dem Körper des Menschen ganz so an, wie in der Sammelkugel. Vor Allem empfindet der Mensch ein Griseln der Haut, das davon herrührt, daß alle feinen Härchen mit positiver Elektrizität geladen sind und nun sich gegenseitig abstoßen, so daß sie sich alle wie Borsten aufrichten. Bald fängt auch das Kopfhaar und Barthaar an, sich zu sträuben und borstenartig aufzurichten. Im vollen Sinne des Wortes stellt sich hierbei das Haar zu Berge, und je länger dasselbe ist, desto sonderbarer wird der Anblick. Berührt man den Menschen, so springt an der Stelle, wo man ihm mit der Hand naht, ein heller, knisternder Funke heraus, so daß man ihm Feuer aus der Nase, aus den

negative
zität.
und si
der F
an
F

Fingern, aus jedem Theil des Leibes ziehen kann. Faßt man ihn an, so hören alle Erscheinungen auf und er hat von all' dem keine weitere Empfindung. Hinzufügen wollen wir nur, daß der Versuch ohne schädliche Wirkung ist, denn die positive Elektrizität, die sich in ihm ansammelt, stößt sich gegenseitig ab und häuft sich deshalb nur auf der Oberfläche des Körpers, so daß die inneren Organe ganz unbetheiligt dabei bleiben. Deshalb glauben wir auch nicht an eine heilsame medizinische Wirkung dieses Versuches, obgleich Elektrizitätsnarren dergleichen behaupten.

XLI. Wie man die Elektrizität fesseln kann.

Wir haben nun gesehen, daß es etwas ganz Eigenthümliches mit der Elektrizität ist. An sich ist dies ein Stoff, ein Fluidum, wie man es nennt, das man weder sehen, noch sonst mit den Sinnen wahrnehmen kann, und gleichwohl kann man dieses sehr unbekannte Ding hervorrufen, wegleiten, ansammeln und von Ort zu Ort transportiren, als ob man es mit etwas Sichtbarem, Faßbarem zu thun hätte! — Und doch ist es nichts Faßbares, ja auch nicht einmal etwas Wägbares! Eine Kugel, in welcher man Elektrizität angehäuft hat, ist durchaus nicht schwerer als sie ohne Elektrizität wäre! Ja, diese Elektrizität ist ein so eigenthümlicher Stoff, daß er, wie man zu sagen pflegt, gar nicht alle wird. Man kann aus einem Glas-Zylinder, aus einer Glasscheibe, aus einer Harzstange unendliche Zeiten immerfort Elektrizität ziehen, ohne daß sie irgendwie mit der Zeit abnimmt.

Es unterliegt wohl gar keinem Zweifel, daß man hier ein Naturgeheimniß vor sich hat, und da die Elektrizität

eine unübersehbare große Rolle in der Welt spielt, so ist dies Geheimniß eben ein ungeheuer großes. Gleichwohl ist man demselben durch Forschungen schon etwas näher gerückt und hat man auch nicht sein Wesen, doch wesentliche Eigenschaften des elektrischen Stoffes glücklich aufgespürt.

Um den Aufschluß, der bereits gewonnen ist, unsern Lesern deutlicher zu machen, müssen wir noch Eines erwähnen, und das besteht darin, daß man die Elektrizität nicht nur ansammeln, sondern durch eigenthümliche Vorrichtungen an einer bestimmten Stelle so anhäufen kann, daß sie der heftigsten Wirkungen fähig ist.

Die Messingkugel an einer Elektrisirmaschine haben wir die Sammelkugel genannt und wir wissen, daß man aus ihr große Funken zu ziehen im Stande ist. Durch folgende sehr einfache Vorrichtung ist man im Stande, die in der Kugel gesammelte Elektrizität auf einem kleinen Raum anzuhäufen und sie dort gewissermaßen zu binden.

Man nimmt eine gewöhnliche dünne viereckige Glasscheibe und klebt auf beide Seiten ein Blatt Staniol, das ist ein ganz dünnes Bleiblatt, das man im gewöhnlichen Leben Tabaksblei nennt. Die Staniolblätter müssen so aufgelegt werden, daß ein etwa fingerbreiter Rand der Glastafel frei bleibt. — Hält man nun die Glastafel mit dem einen Staniolblatt an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine, so wird sie zwar elektrisch, aber eben nicht besonders stark, ganz anders aber ist es, wenn man dabei zugleich das Staniolblatt der andern Seite mit dem Finger berührt. Thut man dies, so häuft sich auf beiden Seiten der Glastafel und zwar auf dem Staniol eine ungeheure Masse von Elektrizität an. Das wunderbare und eigenthümliche dieser Anhäufung ist folgendes. Wir

Fingern, aus jedem Teil des Leibes ziehen kann. Faßt man ihn an, so hören alle Erscheinungen auf und er hat von all' dem keine weitere Empfindung. Hinzufügen wollen wir nur, daß der Versuch ohne schädliche Wirkung ist, denn die positive Elektrizität, die sich in ihm ansammelt, stößt sich gegenseitig ab und häuft sich deshalb nur auf der Oberfläche des Körpers, so daß die inneren Organe ganz unbetheiligt dabei bleiben. Deshalb glauben wir auch nicht an eine heilsame medizinische Wirkung dieses Versuches, obgleich Elektrizitätsnarren dergleichen behaupten.

XLI. Wie man die Elektrizität fesseln kann.

Wir haben nun gesehen, daß es etwas ganz Eigenthümliches mit der Elektrizität ist. An sich ist dies ein Stoff, ein Fluidum, wie man es nennt, das man weder sehen, noch sonst mit den Sinnen wahrnehmen kann, und gleichwohl kann man dieses sehr unbekannte Ding hervorrufen, wegleiten, ansammeln und von Ort zu Ort transportiren, als ob man es mit etwas Sichtbarem, Faßbarem zu thun hätte! — Und doch ist es nichts Faßbares, ja auch nicht einmal etwas Wägbares! Eine Kugel, in welcher man Elektrizität angehäuft hat, ist durchaus nicht schwerer als sie ohne Elektrizität wäre! Ja, diese Elektrizität ist ein so eigenthümlicher Stoff, daß er, wie man zu sagen pflegt, gar nicht alle wird. Man kann aus einem Glas-Zylinder, aus einer Glasscheibe, aus einer Harzstange unendliche Zeiten immerfort Elektrizität ziehen, ohne daß sie irgendwie mit der Zeit abnimmt.

Es unterliegt wohl gar keinem Zweifel, daß man hier ein Naturgeheimniß vor sich hat, und da die Elektrizität

eine unübersehbare große Rolle in der Welt spielt, so ist dies Geheimniß eben ein ungeheuer großes. Gleichwohl ist man demselben durch Forschungen schon etwas näher gerückt und hat man auch nicht sein Wesen, doch wesentliche Eigenschaften des elektrischen Stoffes glücklich aufgespürt.

Um den Aufschluß, der bereits gewonnen ist, unsern Lesern deutlicher zu machen, müssen wir noch Eines erwähnen, und das besteht darin, daß man die Elektrizität nicht nur ansammeln, sondern durch eigenthümliche Vorrichtungen an einer bestimmten Stelle so anhäufen kann, daß sie der heftigsten Wirkungen fähig ist.

Die Messingkugel an einer Elektrisirmaschine haben wir die Sammelkugel genannt und wir wissen, daß man aus ihr große Funken zu ziehen im Stande ist. Durch folgende sehr einfache Vorrichtung ist man im Stande, die in der Kugel gesammelte Elektrizität auf einem kleinen Raum anzuhäufen und sie dort gewissermaßen zu binden.

Man nimmt eine gewöhnliche dünne viereckige Glasscheibe und klebt auf beide Seiten ein Blatt Staniol, das ist ein ganz dünnes Bleiblatt, das man im gewöhnlichen Leben Tabaksblei nennt. Die Staniolblätter müssen so aufgelegt werden, daß ein etwa fingerbreiter Rand der Glastafel frei bleibt. — Hält man nun die Glastafel mit dem einen Staniolblatt an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine, so wird sie zwar elektrisch, aber eben nicht besonders stark, ganz anders aber ist es, wenn man dabei zugleich das Staniolblatt der andern Seite mit dem Finger berührt. Thut man dies, so häuft sich auf beiden Seiten der Glastafel und zwar auf dem Staniol eine ungeheure Masse von Elektrizität an. Das wunderbare und eigenthümliche dieser Anhäufung ist folgendes. Wir

Fingern, aus jedem Teil des Leibes ziehen kann. Faßt man ihn an, so hören alle Erscheinungen auf und er hat von all' dem keine weitere Empfindung. Hinzufügen wollen wir nur, daß der Versuch ohne schädliche Wirkung ist, denn die positive Elektrizität, die sich in ihm ansammelt, stößt sich gegenseitig ab und häuft sich deshalb nur auf der Oberfläche des Körpers, so daß die inneren Organe ganz unbetheiligt dabei bleiben. Deshalb glauben wir auch nicht an eine heilsame medizinische Wirkung dieses Versuches, obgleich Elektrizitätsnarren dergleichen behaupten.

XLI. Wie man die Elektrizität fesseln kann.

Wir haben nun gesehen, daß es etwas ganz Eigenthümliches mit der Elektrizität ist. An sich ist dies ein Stoff, ein Fluidum, wie man es nennt, das man weder sehen, noch sonst mit den Sinnen wahrnehmen kann, und gleichwohl kann man dieses sehr unbekannte Ding hervorrufen, wegleiten, ansammeln und von Ort zu Ort transportiren, als ob man es mit etwas Sichtbarem, Faßbarem zu thun hätte! — Und doch ist es nichts Faßbares, ja auch nicht einmal etwas Wägbares! Eine Kugel, in welcher man Elektrizität angehäuft hat, ist durchaus nicht schwerer als sie ohne Elektrizität wäre! Ja, diese Elektrizität ist ein so eigenthümlicher Stoff, daß er, wie man zu sagen pflegt, gar nicht alle wird. Man kann aus einem Glas-Zylinder, aus einer Glasscheibe, aus einer Harzstange unendliche Zeiten immerfort Elektrizität ziehen, ohne daß sie irgendwie mit der Zeit abnimmt.

Es unterliegt wohl gar keinem Zweifel, daß man hier ein Naturgeheimniß vor sich hat, und da die Elektrizität

eine unübersehbare große Rolle in der Welt spielt, so ist dies Geheimniß eben ein ungeheuer großes. Gleichwohl ist man demselben durch Forschungen schon etwas näher gerückt und hat man auch nicht sein Wesen, doch wesentliche Eigenschaften des elektrischen Stoffes glücklich aufgespürt.

Um den Aufschluß, der bereits gewonnen ist, unsern Lesern deutlicher zu machen, müssen wir noch Eines erwähnen, und das besteht darin, daß man die Elektrizität nicht nur ansammeln, sondern durch eigenthümliche Vorrichtungen an einer bestimmten Stelle so anhäufen kann, daß sie der heftigsten Wirkungen fähig ist.

Die Messingkugel an einer Elektrisirmaschine haben wir die Sammelkugel genannt und wir wissen, daß man aus ihr große Funken zu ziehen im Stande ist. Durch folgende sehr einfache Vorrichtung ist man im Stande, die in der Kugel gesammelte Elektrizität auf einem kleinen Raum anzuhäufen und sie dort gewissermaßen zu binden.

Man nimmt eine gewöhnliche dünne viereckige Glasscheibe und klebt auf beide Seiten ein Blatt Staniol, das ist ein ganz dünnes Bleiblatt, das man im gewöhnlichen Leben Tabaksblei nennt. Die Staniolblätter müssen so aufgelegt werden, daß ein etwa fingerbreiter Rand der Glastafel frei bleibt. — Hält man nun die Glastafel mit dem einen Staniolblatt an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine, so wird sie zwar elektrisch, aber eben nicht besonders stark, ganz anders aber ist es, wenn man dabei zugleich das Staniolblatt der andern Seite mit dem Finger berührt. Thut man dies, so häuft sich auf beiden Seiten der Glastafel und zwar auf dem Staniol eine ungeheure Masse von Elektrizität an. Das wunderbare und eigenthümliche dieser Anhäufung ist folgendes. Wir

Fingern, aus jedem Teil des Leibes ziehen kann. Faßt man ihn an, so hören alle Erscheinungen auf und er hat von all' dem keine weitere Empfindung. Hinzufügen wollen wir nur, daß der Versuch ohne schädliche Wirkung ist, denn die positive Elektrizität, die sich in ihm ansammelt, stößt sich gegenseitig ab und häuft sich deshalb nur auf der Oberfläche des Körpers, so daß die inneren Organe ganz unbetheiligt dabei bleiben. Deshalb glauben wir auch nicht an eine heilsame medizinische Wirkung dieses Versuches, obgleich Elektrizitätsnarren dergleichen behaupten.

XLI. Wie man die Elektrizität fesseln kann.

Wir haben nun gesehen, daß es etwas ganz Eigenthümliches mit der Elektrizität ist. An sich ist dies ein Stoff, ein Fluidum, wie man es nennt, das man weder sehen, noch sonst mit den Sinnen wahrnehmen kann, und gleichwohl kann man dieses sehr unbekannte Ding hervorrufen, wegleiten, ansammeln und von Ort zu Ort transportiren, als ob man es mit etwas Sichtbarem, Faßbarem zu thun hätte! — Und doch ist es nichts Faßbares, ja auch nicht einmal etwas Wägbares! Eine Kugel, in welcher man Elektrizität angehäuft hat, ist durchaus nicht schwerer als sie ohne Elektrizität wäre! Ja, diese Elektrizität ist ein so eigenthümlicher Stoff, daß er, wie man zu sagen pflegt, gar nicht alle wird. Man kann aus einem Glas-Zylinder, aus einer Glasscheibe, aus einer Harzstange unendliche Zeiten immerfort Elektrizität ziehen, ohne daß sie irgendwie mit der Zeit abnimmt.

Es unterliegt wohl gar keinem Zweifel, daß man hier ein Naturgeheimniß vor sich hat, und da die Elektrizität

eine unübersehbare große Rolle in der Welt spielt, so ist dies Geheimniß eben ein ungeheuer großes. Gleichwohl ist man demselben durch Forschungen schon etwas näher gerückt und hat man auch nicht sein Wesen, doch wesentliche Eigenschaften des elektrischen Stoffes glücklich aufgespürt.

Um den Aufschluß, der bereits gewonnen ist, unsern Lesern deutlicher zu machen, müssen wir noch Eines erwähnen, und das besteht darin, daß man die Elektrizität nicht nur ansammeln, sondern durch eigenthümliche Vorrichtungen an einer bestimmten Stelle so anhäufen kann, daß sie der heftigsten Wirkungen fähig ist.

Die Messingkugel an einer Elektrisirmaschine haben wir die Sammelkugel genannt und wir wissen, daß man aus ihr große Funken zu ziehen im Stande ist. Durch folgende sehr einfache Vorrichtung ist man im Stande, die in der Kugel gesammelte Elektrizität auf einem kleinen Raum anzuhäufen und sie dort gewissermaßen zu binden.

Man nimmt eine gewöhnliche dünne viereckige Glasscheibe und klebt auf beide Seiten ein Blatt Staniol, das ist ein ganz dünnes Bleiblatt, das man im gewöhnlichen Leben Tabaksblei nennt. Die Staniolblätter müssen so aufgelegt werden, daß ein etwa fingerbreiter Rand der Glastafel frei bleibt. — Hält man nun die Glastafel mit dem einen Staniolblatt an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine, so wird sie zwar elektrisch, aber eben nicht besonders stark, ganz anders aber ist es, wenn man dabei zugleich das Staniolblatt der andern Seite mit dem Finger berührt. Thut man dies, so häuft sich auf beiden Seiten der Glastafel und zwar auf dem Staniol eine ungeheure Masse von Elektrizität an. Das wunderbare und eigenthümliche dieser Anhäufung ist folgendes. Wir

Fingern, aus jedem Teil des Leibes ziehen kann. Faßt man ihn an, so hören alle Erscheinungen auf und er hat von all' dem keine weitere Empfindung. Hinzufügen wollen wir nur, daß der Versuch ohne schädliche Wirkung ist, denn die positive Elektrizität, die sich in ihm ansammelt, stößt sich gegenseitig ab und häuft sich deshalb nur auf der Oberfläche des Körpers, so daß die inneren Organe ganz unbetheiligt dabei bleiben. Deshalb glauben wir auch nicht an eine heilsame medizinische Wirkung dieses Versuches, obgleich Elektrizitätsnarren dergleichen behaupten.

XLI. Wie man die Elektrizität fesseln kann.

Wir haben nun gesehen, daß es etwas ganz Eigenthümliches mit der Elektrizität ist. An sich ist dies ein Stoff, ein Fluidum, wie man es nennt, das man weder sehen, noch sonst mit den Sinnen wahrnehmen kann, und gleichwohl kann man dieses sehr unbekannte Ding hervorrufen, wegleiten, ansammeln und von Ort zu Ort transportiren, als ob man es mit etwas Sichtbarem, Faßbarem zu thun hätte! — Und doch ist es nichts Faßbares, ja auch nicht einmal etwas Wägbares! Eine Kugel, in welcher man Elektrizität angehäuft hat, ist durchaus nicht schwerer als sie ohne Elektrizität wäre! Ja, diese Elektrizität ist ein so eigenthümlicher Stoff, daß er, wie man zu sagen pflegt, gar nicht alle wird. Man kann aus einem Glas-Zylinder, aus einer Glasscheibe, aus einer Harzstange unendliche Zeiten immerfort Elektrizität ziehen, ohne daß sie irgendwie mit der Zeit abnimmt.

Es unterliegt wohl gar keinem Zweifel, daß man hier ein Naturgeheimniß vor sich hat, und da die Elektrizität

eine unübersehbare große Rolle in der Welt spielt, so ist dies Geheimniß eben ein ungeheuer großes. Gleichwohl ist man demselben durch Forschungen schon etwas näher gerückt und hat man auch nicht sein Wesen, doch wesentliche Eigenschaften des elektrischen Stoffes glücklich aufgespürt.

Um den Aufschluß, der bereits gewonnen ist, unsern Lesern deutlicher zu machen, müssen wir noch Eines erwähnen, und das besteht darin, daß man die Elektrizität nicht nur ansammeln, sondern durch eigenthümliche Vorrichtungen an einer bestimmten Stelle so anhäufen kann, daß sie der heftigsten Wirkungen fähig ist.

Die Messingkugel an einer Elektrisirmaschine haben wir die Sammelkugel genannt und wir wissen, daß man aus ihr große Funken zu ziehen im Stande ist. Durch folgende sehr einfache Vorrichtung ist man im Stande, die in der Kugel gesammelte Elektrizität auf einem kleinen Raum anzuhäufen und sie dort gewissermaßen zu binden.

Man nimmt eine gewöhnliche dünne viereckige Glasscheibe und klebt auf beide Seiten ein Blatt Staniol, das ist ein ganz dünnes Bleiblatt, das man im gewöhnlichen Leben Tabaksblei nennt. Die Staniolblätter müssen so aufgelegt werden, daß ein etwa fingerbreiter Rand der Glastafel frei bleibt. — Hält man nun die Glastafel mit dem einen Staniolblatt an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine, so wird sie zwar elektrisch, aber eben nicht besonders stark, ganz anders aber ist es, wenn man dabei zugleich das Staniolblatt der andern Seite mit dem Finger berührt. Thut man dies, so häuft sich auf beiden Seiten der Glastafel und zwar auf dem Staniol eine ungeheure Masse von Elektrizität an. Das wunderbare und eigenthümliche dieser Anhäufung ist folgendes. Wir

Fingern, aus jedem Teil des Leibes ziehen kann. Faßt man ihn an, so hören alle Erscheinungen auf und er hat von all' dem keine weitere Empfindung. Hinzufügen wollen wir nur, daß der Versuch ohne schädliche Wirkung ist, denn die positive Elektrizität, die sich in ihm ansammelt, stößt sich gegenseitig ab und häuft sich deshalb nur auf der Oberfläche des Körpers, so daß die inneren Organe ganz unbetheiligt dabei bleiben. Deshalb glauben wir auch nicht an eine heilsame medizinische Wirkung dieses Versuches, obgleich Elektrizitätsnarren dergleichen behaupten.

XLI. Wie man die Elektrizität fesseln kann.

Wir haben nun gesehen, daß es etwas ganz Eigenthümliches mit der Elektrizität ist. An sich ist dies ein Stoff, ein Fluidum, wie man es nennt, das man weder sehen, noch sonst mit den Sinnen wahrnehmen kann, und gleichwohl kann man dieses sehr unbekannte Ding hervorrufen, wegleiten, ansammeln und von Ort zu Ort transportiren, als ob man es mit etwas Sichtbarem, Faßbarem zu thun hätte! — Und doch ist es nichts Faßbares, ja auch nicht einmal etwas Wägbares! Eine Kugel, in welcher man Elektrizität angehäuft hat, ist durchaus nicht schwerer als sie ohne Elektrizität wäre! Ja, diese Elektrizität ist ein so eigenthümlicher Stoff, daß er, wie man zu sagen pflegt, gar nicht alle wird. Man kann aus einem Glas-Zylinder, aus einer Glasscheibe, aus einer Harzstange unendliche Zeiten immerfort Elektrizität ziehen, ohne daß sie irgendwie mit der Zeit abnimmt.

Es unterliegt wohl gar keinem Zweifel, daß man hier ein Naturgeheimniß vor sich hat, und da die Elektrizität

eine unübersehbare große Rolle in der Welt spielt, so ist dies Geheimniß eben ein ungeheuer großes. Gleichwohl ist man demselben durch Forschungen schon etwas näher gerückt und hat man auch nicht sein Wesen, doch wesentliche Eigenschaften des elektrischen Stoffes glücklich aufgespürt.

Um den Aufschluß, der bereits gewonnen ist, unsern Lesern deutlicher zu machen, müssen wir noch Eines erwähnen, und das besteht darin, daß man die Elektrizität nicht nur ansammeln, sondern durch eigenthümliche Vorrichtungen an einer bestimmten Stelle so anhäufen kann, daß sie der heftigsten Wirkungen fähig ist.

Die Messingkugel an einer Elektrisirmaschine haben wir die Sammelkugel genannt und wir wissen, daß man aus ihr große Funken zu ziehen im Stande ist. Durch folgende sehr einfache Vorrichtung ist man im Stande, die in der Kugel gesammelte Elektrizität auf einem kleinen Raum anzuhäufen und sie dort gewissermaßen zu binden.

Man nimmt eine gewöhnliche dünne viereckige Glasscheibe und klebt auf beide Seiten ein Blatt Staniol, das ist ein ganz dünnes Bleiblatt, das man im gewöhnlichen Leben Tabaksblei nennt. Die Staniolblätter müssen so aufgelegt werden, daß ein etwa fingerbreiter Rand der Glastafel frei bleibt. — Hält man nun die Glastafel mit dem einen Staniolblatt an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine, so wird sie zwar elektrisch, aber eben nicht besonders stark, ganz anders aber ist es, wenn man dabei zugleich das Staniolblatt der andern Seite mit dem Finger berührt. Thut man dies, so häuft sich auf beiden Seiten der Glastafel und zwar auf dem Staniol eine ungeheure Masse von Elektrizität an. Das wunderbare und eigenthümliche dieser Anhäufung ist folgendes. Wir

wissen, daß man die Sammelkugel der Elektrisirmaschine nur mit der Hand zu berühren braucht, um ihr alle Elektrizität zu benehmen. Die Elektrizität fließt in solchem Falle durch den Körper des Menschen in den Erdboden hinein. Anders aber ist es mit der gehäuften Elektrizität auf dem Staniolblatt der Glastafel. Man kann jede einzelne Seite des Staniols mit der Hand berühren, ja man kann einen Draht, der zum Erdboden führt, damit verbinden, ohne daß die Elektrizität vom Staniolblatt weicht. Sie ist wie gefesselt auf dem Blatte und man sagt auch wissenschaftlich, daß diese Elektrizität gebunden ist. Trotzdem aber, daß sie gebunden ist und sich nicht rücken und rühren will, braucht man nur gleichzeitig einen Finger an das Staniolblatt der einen Seite und einen andern an das Staniolblatt der andern Seite zu legen, um sofort einen glänzenden Funken zu sehen, einen heftigen Knall zu hören und einen tüchtigen Schmerz in den Fingern zu empfinden.

Ganz nach demselben Prinzip wie diese Tafel eingerichtet ist, stellt man die wirksamere Leidener Flasche her, die aus einem Trinkglas besteht, das von innen und außen mit Staniol belegt ist, wobei ein breiter Rand frei bleibt und mit Lack überzogen wird. Aus der inneren Belegung ragt eine kleine Messingstange mit einer kleinen Kugel an der Spitze hervor. Hält man diese Kugel an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine, so häuft sich sowohl auf der äußern wie der innern Belegung des Glases sehr stark die Elektrizität an, und berührt man mit der einen Hand die äußere Belegung und mit der andern die Kugel der Flasche, so erhält man unter Funken und Knall einen so heftigen Stoß, daß der Schmerz unerträglich, ja sogar die Erschütterung gefährlich werden kann.

Ja, ein ganzer Kreis von Menschen, die einander die

Hände reichen, fühlt den Schlag, wenn der erste aus dem Kreise die Flasche in die Hand nimmt und der letzte des Kreises die Kugel berührt. Mehrere solche Flaschen in geeigneter Weise verbunden sind, im Stande, einen solchen Schlag zu versetzen, daß man einen Ochsen damit augenblicklich tödten kann.

Woher nun diese sonderbare Erscheinung? woher diese sonderbare Anhäufung? Woher dieses räthselhafte Gebundensein der Elektrizität, die nicht entweicht, wenn man nur eine Seite der Tafel oder der Flasche berührt, während sie sich aus der Sammelkugel der Elektrisirmaschine sofort verliert? Woher die so heftige Wirkung, wenn man beide Seiten zugleich anfaßt?

Man sollte glauben, daß dies nur das Räthselhafte der Elektrizität vermehrt; allein dem ist nicht so. Gerade diese Erscheinungen sind der Hauptschlüssel zur Erklärung vieler anderer Räthsel, so daß man hierdurch im Stande ist, einen lichten Blick hinter den Schleier des Naturgeheimnisses zu thun.

Wir wollen es nun versuchen, diese Auflösung des Räthsels unsern Lesern deutlich zu machen.

XLII. Eine Erklärung über Ladung und Entladung der Elektrizität.

Wir haben bereits gesagt, daß, wenn man die eine Seite der Glastafel mit Staniol an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine anlegt und die andere Seite nicht mit dem Finger berührt, daß dann keine Anhäufung der Elektrizität stattfindet; legt man aber die eine Seite der Glastafel an die Sammelkugel und berührt die andere zugleich, und wenn auch nur ein klein wenig mit dem Fin-

ger oder sonst einem guten Leiter, so häuft sich die Elektrizität auf beiden Seiten an und bleibt auf den Staniolblättern wie gebunden, bis man beide zugleich einmal berührt, wo eine heftige plötzliche Entladung vor sich geht.

Die Untersuchung einer solchen Glastafel ergiebt nun Folgendes.

Die Staniolblätter auf beiden Seiten der Tafel sind stark elektrisch; aber sie besitzen nicht eine und dieselbe Elektrizität. Das Staniolblatt, das man an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine angelegt, ist positiv elektrisch, während das Staniolblatt der andern Seite, das man mit dem Finger berührt hat, mit negativer Elektrizität angefüllt ist.

Es fragt sich nun: woher kommt das? Wodurch ist das Staniolblatt, das nicht die Elektrisirmaschine berührt hat, elektrisch geworden? Und weshalb hat es gerade eine andere Elektrizität als die Sammelkugel selber? Was hat der Finger, der dies Blatt berührt, für eine Rolle gespielt? Ueberhaupt, was ist bei diesem Versuch in dem Staniol vorgegangen?

Die Antwort hierauf ist folgende.

Wir wissen, daß die eine Art Elektrizität die gleiche Elektrizität abstößt, während sie die ungleiche Elektrizität anzieht. Die positive Elektrizität stößt die positive ab, die negative Elektrizität stößt aber ebenso die negative ab; dafür aber ziehen positive und negative Elektrizität sich gegenseitig an. Würde man zwei Metallkugeln, die auf einem gläsernen Tisch liegen, gleichzeitig beide mit positiver oder negativer Elektrizität füllen, so würden sie einander fliehen; würde man die eine mit positiver, die andere mit negativer Elektrizität füllen, so würden sie, wenn sie weit ab von einander entfernt lägen, sich anziehen und zu einander rollen.

Betrachtet man die Glastafel mit den Staniolblättern, wie sie beschaffen ist, ehe man mit ihr den Versuch anstellt, so findet sich, daß beide Staniolblätter keine elektrischen Eigenschaften zeigen, und das rührt daher, weil in jedem der Staniolblätter sowohl positive wie negative Elektrizität vorhanden ist, die sich gegenseitig ausgleicht. Legt man nun das eine Staniolblatt an die Sammelkugel der Elektrisirmaschine, die mit positiver Elektrizität erfüllt, so geht in diesem Staniolblatt eine Trennung der verbunden gewesenen Elektrizität vor. Die negative wird angezogen, die positive wird abgestoßen, und aus der Sammelkugel strömt noch eine Portion positive Elektrizität in das Staniolblatt.

Nun aber wirkt das eine Staniolblatt, das die Sammelkugel berührt, auf das zweite auf der andern Seite der Glastafel. Die Staniolblätter sind zwar durch das Glas getrennt; aber sie sind doch nahe genug, um durch das Glas hindurch auf einander zu wirken. Die Glastafel bildet zwar eine Scheidewand, die es verhindert, daß die Elektrizität von einem Blatt zum andern überfließt, aber sie verhindert dennoch nicht, daß die Elektrizität des einen Staniolblatts eine Anziehung auf die des andern ausübt. Füllt sich nun das eine Staniolblatt, das die Elektrisirmaschine berührt, mit positiver Elektrizität, so wird dadurch im Staniolblatte der andern Seite eine Trennung der Elektrizitäten hervorgerufen. Die negative Elektrizität wird nach der Glasseite hingezogen, die positive nach der freien Seite abgestoßen, weil sie die positive Elektrizität des andern Staniolblattes fliehen muß.

Giebt man ihr nun keine Gelegenheit zu entfliehen, das heißt, berührt man sie nicht mit dem Finger, so bleibt der Zustand, so wie er jetzt ist. Berührt man aber das Staniolblatt, so fließt die positive Elektrizität derselben

in den Körper des Menschen und wird in den Erdboden abgeleitet. Dadurch bleibt in diesem Staniolblatt nur negative Elektrizität, während im andern nur positive ist.

Da sie durch die Glastafel getrennt sind, so vermögen sie nicht zu einander zu fließen; aber beide Elektrizitäten ziehen sich doch derart durch die Glastafel hindurch an, daß sie sich binden und keine von ihnen abfließen kann, selbst wenn man sie allein mit dem Finger berührt.

Ganz anders aber ist es, wenn man beide Staniolblätter zugleich berührt. Der menschliche Körper ist ein vortrefflicher Leiter der Elektrizität. In demselben Moment, wo die zwiefache Berührung stattfindet, gewinnen die getrennten Elektrizitäten einen Weg, sich zu vereinigen, und zwar den Weg durch den Körper des Menschen, und diese Vereinigung geschieht so plötzlich und mit um so heftigerem Effekt, je mehr Elektrizität auf den Staniolblättern angehäuft ist. Daher also, von der plötzlichen starken Vereinigung rührt der starke Funke, der Knall und der heftige schmerzliche Schlag.

Durch diese Erklärung aber gewinnt man, wie wir bald sehen werden, einen Einblick in das unendlich große Gebiet der Wirksamkeit der Elektrizität, die ihre große Rolle in dem ganzen Weltall spielt.

XLIII. Welche Rolle die Elektrizität bei einem Gewitter spielt.

Um zu zeigen, wie der Versuch mit der belegten Glastafel geeignet ist, Aufschlüsse über großartige Naturerscheinungen zu geben, wollen wir die Vorgänge bei einem Gewitter einmal mit denen auf solcher Glastafel verglei-

chen. Zuvor aber müssen wir nur noch eine Thatsache anführen.

Wenn man die Staniolblätter der Glastafel zu stark ladet, so findet es sich oft, daß die Elektrizitäten von beiden Seiten her sich derart kräftig anziehen, daß sie die Scheibe an irgend einer schwachen oder schadhaften Stelle durchbrechen. In diesem Falle zerspringt die Glastafel unter heftigem Knall und schleudert die Splitter umher.

Bei einem Gewitter findet ganz dasselbe statt.

Durch die stürmische Bewegung zweier Luftschichten, oder durch Umstände anderer Art entsteht fast immerwährend eine Elektrisirung einer Luftschicht, das heißt irgend eine Luftschicht nimmt positive Elektrizität an, während sich in der andern negative ansammelt. Sobald viel Feuchtigkeit in der Luft ist, durch welche die Luft die Fähigkeit erhält, die Elektrizität zu leiten, kann die Ansammlung verschiedener Elektrizitäten nicht von Dauer sein: sie gehen vielmehr gleich nach dem Entstehen in einander über und so hört jede elektrische Erscheinung auf. Daher ist in kalter feuchter Witterung ein Gewitter sehr selten. Wenn sich aber zwischen zwei mit verschiedener Elektrizität gefüllten Luftschichten oder Wolkenschichten eine dritte Schicht trockener Luft befindet, so sind die Elektrizitäten durch diese Luftschicht ganz so getrennt, wie die Elektrizitäten der Staniolblätter durch die Glastafel und ganz so wie an solcher Glastafel die Staniolblätter sich weit stärker laden, weil sie getrennt sind, so findet es sich oft, daß sich in zwei Wolkenschichten, durch eine dazwischen liegende trockene Luftschicht getrennt, gegenseitig die Elektrizitäten erhöhen, so daß sich in einer die positive, in der andern die negative Elektrizität in gewaltigem Maße anhäuft.

Die Folge davon ist, daß sich die Wolken gegenseitig anziehen; und je näher sie sich kommen, desto mehr häuft

sich die Elektrizität an den nächsten Stellen an. Die Luftschicht, die sie trennt, wird daher immer dünner, bis die Elektrizitäten sich in überspringenden Funken vereinigen und der leuchtende Blitz und das Rollen des Donners entsteht. In diesem Falle schlägt der Blitz nicht in die Erde ein, sondern die Entladung findet zwischen zwei Wolken statt, die durch die Anziehung sich verdichten und nun als Regen auf die Erde niederströmen. — Während des niederströmenden Regens bildet dieser eine vortreffliche Leitung zur Erde und wenn noch getrennte Elektrizität in der Luft vorhanden ist, so gleicht sich diese oft durch langsame Ableitung in die Erde aus. Oft aber ist diese Leitung nicht genügend vorhanden und es entsteht ein Zustand, der mit dem unseres Versuches an der Glastafel die größte Aehnlichkeit hat.

Nehmen wir an, daß sich über einem Gebäude eine Wolke befindet, die mit positiver Elektrizität geladen ist, so wird sie die positive Elektrizität im Gebäude abstoßen und diese fließt in die Erde ab; dagegen wird sie die negative Elektrizität im Gebäude an sich ziehen und an der Spitze dieses Gebäudes wird diese sich anhäufen. Die Folge davon ist, daß diese Häufung immer stärker wird und sich endlich durch einen Blitzschlag ausgleicht, der in das Gebäude hineinschlägt. Freilich könnte man sagen, weshalb gleicht sich dieser Zustand nicht aus durch einen Blitzschlag, der von dem Gebäude in die Wolken hineinschlägt? Die Antwort darauf ist, daß der Schlag stets nach der Seite erfolgt, wo die stärkste Ableitung vorhanden ist und da das Gebäude auf der Erde steht, die Wolke aber nur von Luft umgeben ist, so ist es klar, daß der Blitz den Weg nach der vortrefflich leitenden Erde sucht.

Zuweilen kommt auch der Umstand vor, daß der Blitz nicht zur Erde herabfährt, sondern die Elektrizität sich in

ganz eigener, wunderbarer Weise ausgleicht. Die Elektrizität einer Wolke sammelt in solchem Falle die entgegengesetzte Elektrizität an irgend einer Stelle der Erde in hohem Grade an. Ist z. B. in der Wolke positive Elektrizität in hohem Grade vorhanden, so sammelt sich an der nächsten Stelle der Erde negative Elektrizität an, und sind Umstände vorhanden, die es verhindern, daß die Wolke sich zur Erde senkt, wie z. B. wenn es sehr stürmisch ist und die Wolke mit großer Geschwindigkeit über die Erde hinweg gejagt wird, so fangen erst alle leichten Gegenstände, die auf der Erde liegen, an, in die Höhe zu steigen. Sie sind mit negativer Elektrizität geladen und werden von der positiven Elektrizität der Wolken angezogen. Es bildet sich demnach auf der Erde eine Staubsäule, die aufsteigt, während sich über Wasser eine Wassersäule bildet. Jene wird eine Landhose, diese eine Wasserhose genannt. Zu gleicher Zeit kommt auch die angezogene Wolke auf halbem Wege der kegelartigen Säule entgegen. Durch die Abstoßung, die die Theilchen der Säule, die mit gleicher Elektrizität geladen sind, gegen einander ausüben, in Verbindung mit der Anziehung beider Säulen zu einander, entsteht leicht ein Wirbeln dieser Säulen. Der Sturm, der sie forttreibt, reißt diese Hose von Ort zu Ort mit verderblicher Geschwindigkeit. Dort, wo die Säulen sich berühren, findet die Ausgleichung der verschiedenen Elektrizität durch Blitzschläge statt. Je nach der Stärke der angehäuften Elektrizität ist solche Hose im Stande, schwerere Gegenstände in die Höhe zu wirbeln, Dächer abzudecken, Gebäude zu zerstören, Bäume zu entwurzeln, Kähne zu versenken, ja sogar Schiffe zu vernichten, bis die Wolke sich in Platzregen auflöst, und das furchtbare Naturschauspiel mit der vollendeten Ausgleichung der getrennten Elektrizitäten endet. —

XLIV. Die Erde, eine große Elektrisirmaschine.

Kommen wir jetzt unserem Thema, der Betrachtung über die geheimen Naturkräfte, etwas näher, so müssen wir sagen, daß die elektrischen Kräfte die bedeutendsten und wirksamsten in der Natur sind, wenngleich ihre Wirkung sich nicht allenthalben bemerkbar macht und das Menschengeschlecht viele viele Jahrtausende alt geworden ist, ohne von dieser allgegenwärtigen Kraft etwas zu ahnen.

In Betreff dieser geheimen Naturkraft selbst gesteht die Wissenschaft, daß sie das innerste Wesen der Elektrizität nicht kennt. Sie weiß nur ganz sicher, daß dieses unbekannte Etwas in allen Dingen in der Welt unsichtbar und unwägbar steckt. Der elektrische Stoff, die elektrische Materie, oder das elektrische Fluidum, oder wie wir dies sonst noch nennen mögen, erfüllt und durchdringt alles, was wir um uns und an uns sehen. Dieses unbekannte Etwas aber besteht aus einer Verbindung zweier verschiedenen Stoffe, die man, um sie zu bezeichnen, positive und negative Elektrizität nennt, ohne damit der einen etwas Positives oder der andern etwas Negatives zuschreiben zu wollen. Diese beiden Elektrizitäten äußern sich **nicht**, sobald sie **vereinigt** in einem Dinge vorhanden sind. Sie haben auch das Bestreben sich zu vereinigen und ziehen einander an, während jede für sich allein eine abstoßende Kraft auf die gleiche Elektrizität ausübt.

Im natürlichen Zustand der Vereinigung beider Elektrizitäten heben sie sich gewissermaßen gegenseitig auf und bleiben deshalb unwirksam und unerkennbar. Durch Reiben eines Körpers jedoch, und wie neuere Untersuchungen zeigen, auch durch **Druck** und durch **Wärme** ge-

schieht auf einem uns nicht erklärlichen Wege eine Trennung der beiden Elektrizitäten. Diese getrennten Elektrizitäten kann man durch geeignete Mittel ansammeln, anhäufen, ableiten, von einem Körper auf den andern übergehen lassen oder auch die schnelle Wiedervereinigung der getrennten Elektrizitäten hervorrufen und bei all diesen Prozessen zeigen die getrennten Elektrizitäten durch Anziehung und Abstoßung, daß sie jede für sich die gleichartige Elektrizität fliehen, die ungleichartige aufsuchen und anziehen, um sich mit ihr zu vereinigen und bei der jedesmaligen schnellen Vereinigung entstehen Funken und Lufterschütterungen, die oft eine verheerende Wirkung ausüben.

Wenden wir nun den Blick auf die Thätigkeit der Natur um uns, so erkennen wir, daß die Elektrizität eine unendliche Rolle in derselben spielt. Wenn wir auch für einen Augenblick annehmen wollten, daß in irgend einem Moment auf dem ganzen Erdenrund und in der dasselbe umgebenden Luft keine Störung der verbundenen Elektrizitäten vorhanden sei, daß also allenthalben die positive und negative Elektrizität derart vereinigt ist, daß sie sich gegenseitig in ihrer Wirkung aufheben, so genügte schon die Wärme im Innern der Erde allein, um die Elektrizitäten zu trennen. Die Kraft, mit welcher die Erde das ganze Luftmeer an sich zieht, ist ausreichend, die Elektrizität durch Druck, durch den sogenannten Luftdruck zu erwecken. Die Luft aber ruht nicht, sondern ist in fortwährenden Strömungen begriffen und die Strömungen müssen sowohl am Erdboden wie in der Luftregion stets elektrische Thätigkeit hervorrufen. Die Erde, die sich in 24 Stunden um ihre Achse dreht, ist im Verein mit der Luft, die von den Polen zum Aequator wandert und die Passatwinde veranlaßt, einer ungeheuren Elektrisirma-

schine vergleichbar, wo die Erde die elektrisirte Kugel, die Luft das elektrisirende Reibzeug ist. Allenthalben auf dieser Kugel wird Elektrizität frei; aber da die Erde ein vortrefflicher Leiter ist und noch besser das Wasser und die feuchte Luft diese Leitung veranlaßt, so findet auch eine fortwährende Ausgleichung der Elektrizität statt. Nur wo trockene Luftschichten die Vereinigung eine Zeitlang hindern und deshalb eine Ansammlung der getrennten Elektrizitäten veranlassen, nur da zeigt die Erde die Erscheinungen der Elektrisirmaschine durch Blitz, Donner und vernichtende Schläge in großartigem Maßstabe. Die große Elektrisirmaschine ist in fortwährender ununterbrochener Thätigkeit, in fortwährender Trennung der verbundenen Elektrizitäten und in fortwährender Ausgleichung und Verbindung der getrennten Elektrizitäten. Da die Leitungsfähigkeit der Erde und besonders der Gewässer unendlich groß ist, so kann man die Ströme auf der Erde und alle in Verbindung mit dem Meere stehenden Quellen im Innern der Erde wie die Leitungsdrähte dieser großen Elektrisirmaschine betrachten. Und da die Schnelligkeit, mit welcher die Elektrizität sich bewegt, ganz unendlich groß ist, so ist es begreiflich, daß jede elektrische Störung auf der Erde im Moment schon die Ausgleichung hervorruft.

Aber nicht nur die Erdbewegung, ihre Anziehung, die innere Wärme, das Sonnenlicht, die Luftströmung, der Lauf der Gewässer trennen und vereinigen fortwährend die Elektrizität, sondern wir werden später sehen, wie in jedem chemischen Vorgang in der Natur Elektrizität erzeugt wird, ja, die Vermuthung ist sehr gegründet, daß die chemische Kraft, von der wir noch sprechen werden, nur eine elektrische Kraft sei, und da alles, was auf dem Erdrund existirt, den chemischen Veränderungen unaus-

gesetzt unterworfen ist; da jede Pflanze, jedes Thier eine eigene elektrische Fabrik ist, die unausgesetzt thätig ist, da aller Wahrscheinlichkeit nach auch das Innere der Erde nicht in todter Ruhe, sondern in steter Thätigkeit begriffen ist, da jede Muskelbewegung nicht nur Elektrizität erzeugt, sondern, wie die herrlichen Entdeckungen der neuesten Zeit bewiesen haben, auch aus elektrischer Thätigkeit hervorgerufen wird, — so ist es begreiflich, daß wahrscheinlich das Feld der Thätigkeit der Elektrizität so groß wie das Weltall selbst ist, und wir in ihr ein Weltgeheimniß vor uns haben, in das die Wissenschaft einzudringen beginnt, welches sie aber, jetzt erst an der Pforte stehend, noch nicht einmal in den allgemeinsten Zügen zu übersehen im Stande ist.

XLV. Die Erscheinungen des Galvanismus.

Das, was man Galvanismus nennt, ist eigentlich nicht eine neue geheime Naturkraft, sondern wir haben in dem Galvanismus nur eine andere Wirkung der Elektrizität. Freilich ist diese Wirkung in neuester Zeit durch große Entdeckungen und Erfindungen so nutzbar für die Menschheit gemacht worden, daß sie an Bedeutung für uns die bisher erwähnten Elektrizitätserscheinungen weit übertrifft.

Die nützlichste Erfindung, die aus der Kenntniß der Elektrizität hervorgegangen ist, ist die des Blitzableiters; der Galvanismus dagegen hat, obgleich seine Entdeckung erst später erfolgt ist, die elektrischen Telegraphen, die elektrischen Maschinen, die Galvanoplastik, das elektrische Licht, die wichtigsten elektrisch-chemischen Entdeckungen, und ein erst im Entstehen begriffenes Heilverfahren,

das namentlich bei Lähmungen von guter Wirksamkeit zu sein scheint, hervorgerufen. Ja, der Galvanismus scheint erst im Beginn der Rolle zu sein, die er in der Menschengeschichte zu spielen berufen ist, und verdient hier in der That jene Begeisterung, die ihm zu Theil wird. Ob aber seine Rolle in der großen Natur eine wichtigere ist, als die bisher betrachtete Elektrizität, ist freilich fraglich.

Wir wollen nunmehr die Grundzüge des Galvanismus näher kennen lernen.

Die Erscheinungen, welche man mit dem Namen Galvanismus bezeichnet, sind an sich nur Erscheinungen der Elektrizität; den Namen Galvanismus gab man ihnen nur, weil ihr erster Entdecker ein italienischer Gelehrter Namens Galvani war, und weil man in der ersten Zeit fälschlich glaubte, daß durch ihn eine neue Naturkraft entdeckt worden sei, was aber nicht der Fall war. — Ein zweiter italienischer Gelehrter, Namens Volta, hatte durch seine Erfindungen das große Verdienst, der Welt das richtige Verständniß für Galvani's Entdeckungen zu geben und sie vor den Irrwegen zu bewahren, auf welchen sie sich leicht hätte verlieren können. Seit Volta's Zeiten weiß man, daß der Galvanismus nicht eine besondere Naturerscheinung, sondern nur eine besondere Erscheinung der Elektrizität ist. Wir wollen sie auch in diesem Sinne betrachten und zur Unterscheidung von der bisher besprochenen Elektrizität, die man Reibungs-Elektrizität nennt, die galvanische Elektrizität die Berührungs-Elektrizität nennen.

Der einfachste Grundsatz, auf dem der Galvanismus beruht, ist folgender:

Allenthalben, wo zwei verschiedene Dinge sich berühren, entsteht Elektrizität.

Dieser Satz läßt sich zwar nicht an allen Dingen in der Welt nachweisen und tritt hauptsächlich nur an Metallen hervor; allein es ist aller Grund vorhanden, anzunehmen, daß das Dasein der Elektrizität bei Berührung zweier Metalle nur merkbarer ist als anderswo, daß aber bei jeder Art von Berührung zweier Gegenstände elektrische Wirkungen entstehen.

Wenn man auf eine Kupferplatte eine Zinkplatte legt, beide etwa von der Größe und Stärke eines Thalers, so genügt dies, um mit feinen Instrumenten nachzuweisen, daß rein durch die Berührung dieser beiden Metalle Elektrizität erzeugt worden ist.

Es ist sehr wichtig, daß man sich hierüber keine falsche Vorstellung mache und deshalb wollen wir das, was bei der Berührung der beiden Platten vorgeht, recht deutlich darlegen.

Die Kupferplatte sowohl wie die Zinkplatte haben wie alle Dinge in der Welt, das unbekannte elektrische Etwas in sich, das aus zwei besonderen Elektrizitäten besteht. In der Kupferplatte und ebenso in der Zinkplatte steckt positive und negative Elektrizität, die sich gegenseitig verbunden hat. Die Kupferplatte für sich giebt deshalb gar keine elektrische Erscheinung von sich, weil Erscheinungen derart ja nur hervortreten, wenn eine Trennung der zwei Elektrizitäten irgendwie stattgefunden hat. Ebenso wenig giebt eine bloße Zinkplatte irgend welche Erscheinung zu erkennen. Sobald man sie jedoch aufeinander legt, ist es anders.

Vor der Berührung herrscht sowohl in der Kupferplatte wie in der Zinkplatte ein gewisses elektrisches Gleichgewicht. In jeder dieser Platten ist die Kraft der positiven und negativen Elektrizität gleich stark; es überwiegt keine von ihnen und es tritt keine elektrische Erscheinung aus

Tageslicht. Bei der Berührung aber wird dieses Gleichgewicht durch eine uns unbekannte Ursache gestört. Sowohl in der Kupferplatte wie in der Zinkplatte geht eine Trennung der verbundenen Elektrizitäten vor und zwar derart, daß die Zinkplatte positiv elektrisch, die Kupferplatte negativ elektrisch wird.

Das Merkwürdige hierbei ist folgendes.

Die Trennung geschieht nicht etwa nur im Augenblick oder in der ersten Zeit der Berührung, sondern sie findet immerfort statt.

Löthet man nämlich einen Draht an jede Platte an und steckt beide Drähte in die Erde, so findet ein fortwährendes elektrisches Strömen durch die Drähte statt, selbst wenn man diesen Apparat Jahre lang so läßt. Mit einem Worte: So lange die Berührung zwischen der Kupfer- und Zinkplatte dauert, so lange dauert auch die unausgesetzte Trennung der Elektrizitäten, wobei die Kupferplatte stets negativ, die Zinkplatte stets positiv bleibt.

Um sich nur einigermaßen eine Erklärung dieser räthselhaften Erscheinung zu verschaffen, möchte es vielleicht gut sein, sich zu denken, daß an der Berührungsstelle der Kupfer- und Zinkplatte eine gewisse zitternde Bewegung der Atome aneinander stattfindet, eine Bewegung der Atome, die ihrer Kleinheit oder Geschwindigkeit halber unserm Auge nicht sichtbar ist. Durch diese Bewegung aber werde eine Art Reiben der Kupferatome an den Zinkatomen hervorgebracht, welche, wie alle Reibungen, Elektrizität hervorruft. Solch' ein Plattenpaar wäre nach dieser Vorstellung eine Art ewiger Elektrisirmaschine und daher eine stete Quelle der Elektrizität.

Man nennt, wie bereits erwähnt, diejenige Elektrizität, die durch Berührung zweier Metalle entsteht, Galvanismus; in neuerer Zeit hat man wegen der besondern Ei-

genschaft dieser in ununterbrochenem Strömen begriffenen Elektrizität dieselbe die Bewegungs-Elektrizität, die Kraft derselben die elektromotorische Kraft genannt.

Der große Unterschied zwischen dieser Elektrizitäts-Quelle und der durch Reibung hervorgebrachten Elektrizität besteht hauptsächlich in Folgendem.

Wenn man einen Körper durch Reiben elektrisch macht, so entsteht die Elektrizität nur sehr langsam; sie sammelt sich aber, wie wir gesehen haben, in der Sammelkugel der Elektrisirmaschine an, und gestattet man dieses Ansammeln dadurch, daß man jede Berührung eines Leiters mit der Kugel vermeidet, so wird die Elektrizität dort so gehäuft, daß sie in einem Funken überspringt, sobald man ihr einen Leiter, wie z. B. den Knöchel eines Fingers, nahe bringt. — Diese Sammelkugel ist, wie wir bereits gesagt haben, eine Art Sparbüchse der Elektrizität; aber eine sehr verschwenderische Sparbüchse, denn sie giebt sofort, wenn man sie nur berührt, all ihre Ersparnisse von sich. Hat man einmal die Sammelkugel berührt, so ist auch die Elektrizität in einem heftigen plötzlichen Stoß entflohen und es bleibt in derselben nichts zurück, das noch eine Wirkung hervorruft. Die Elektrisirmaschine ist in ihrer Wirkung einem Pistol gleich, das nur einmal abgeschossen werden kann und erst wieder geladen werden muß, um wiederum wirken zu können.

Mit der galvanischen Elektrizität ist es anders.

Die Quelle dieser Elektrizität ist die Berührung zweier Metalle, und sie entsteht wirklich an der Stelle, wo die Berührung stattfindet. Läßt man die entstandene Elektrizität nicht abfließen, so entwickelt sie sich nicht weiter, sondern bleibt sehr schwach. Läßt man sie aber abfließen, so ersetzt sich die Elektrizität immer wieder durch die fortdauernde Berührung und fließt auch demnach immer und

immer, so daß eine fortwährend in Bewegung begriffene Elektrizität vorhanden ist.

Wenn die Elektrisirmaschine nur schußweise wie eine Art Pistol wirkt, so wirkt die galvanische Elektrizität strömend wie ein fortwährend fließender Wasserstrahl. Mit dem Pistol kann man eine und zwar sehr starke Wirkung hervorbringen; ein fließendes Wasser bringt freilich keine so starke Wirkung mit einemmale hervor; aber es vermag durch das wiederholte Strömen große Mühlen zu treiben und Wasserwerke in Bewegung zu setzen. Dieser Unterschied in der Wirkung ist so bedeutend, daß man die Reibungs-Elektrizität nicht hat praktisch für bestimmte Zwecke anwenden, während man von der galvanischen Elektrizität die großartigsten Anwendungen hat machen können und die gegründetsten Hoffnungen dafür vorhanden sind, daß noch ganz ungeahnte großartige Erfindungen und Entdeckungen auf diesem Gebiete gemacht werden.

Um das Wesen und die Wirkung der galvanischen Elektrizität dem Verständniß näher zu bringen, haben wir uns zwar erlaubt, uns vorzustellen, daß zwischen der Kupfer- und Zinkplatte eine Art Reibung der in Schwingungen oder zitternder Bewegung begriffenen Atome vor sich gehe; in Wahrheit aber ist dem nicht also, denn wir werden bald sehen, daß es nicht darauf ankommt, daß die beiden Metalle sich an vielen Punkten berühren, und daß zur kräftigen Wirkung des galvanischen Stromes noch etwas hinzukommen muß, was wir bisher außer Betracht gelassen haben, aber bald näher angeben werden.

XLVI. Was man unter galvanischer Kette versteht.

Um irrthümliche Auffassungen der galvanischen Elektrizität und ihrer Wirksamkeit zu vermeiden, müssen wir noch immer bei dem einfachsten Apparat von nur einem einzigen Plattenpaar verweilen.

Wir haben gesagt, daß zwei Drähte, der eine von der Kupferplatte, der andere von der Zinkplatte aus nach der Erde hinab gelegt, fortwährende Strömungen der Elektrizität hinabführen und daß diese Ströme immer neu an der Berührungsstelle des Kupfers und des Zinks entstehen.

Wie aber ist es, wenn man nur einen Draht von einer Platte hinab zur Erde leitet, und den andern nicht?

Man sollte glauben, daß dann der eine Draht seine Schuldigkeit thun und Elektrizität hinableiten werde, ohne sich um den andern Draht zu kümmern. Das ist aber nicht der Fall. Wenn der eine Draht nicht den Strom seiner Elektrizität ableiten kann, so kann es auch der andere nicht. Geht beispielsweise der Draht von der Kupferplatte zur Erde, während der der Zinkplatte nicht zur Erde geleitet ist, so hört nicht nur der Strom im Draht der Zinkplatte, also der positive Strom auf, sondern auch der Strom im Draht der Kupferplatte, der negative Strom stockt, und dasselbe ist der Fall, wenn der Draht der Zinkplatte allein zur Erde geleitet wird, und der der Kupferplatte nicht.

Der Grund dieser sonderbaren Erscheinung ist folgender.

An der Stelle, wo die Zink- und Kupferplatte sich berühren, findet, wie bereits gesagt, eine fortwährende Trennung der verbundenen Elektrizitäten statt. Die positive

Elektrizität geht zum Zink, die negative zum Kupfer. Diese Ströme entstehen aber nur neu, wenn die Elektrizitäten abfließen können; ist aber ein Draht unterbrochen, so findet keine weitere Trennung der Elektrizität an seiner Platte statt und deshalb kann auch die andere Platte die andere Elektrizität nicht weiter empfangen, und der Strom im andern Draht hört von selber auf.

Von welcher Wichtigkeit dieser Umstand ist, wird Jeder aus folgendem Beispiel ersehen.

Gesetzt, es befindet sich hier in Berlin ein galvanischer Apparat, dessen einer Draht hier in die Erde gesteckt, während der andere Draht bis nach Paris geleitet ist, wo er an einer Metallstange befestigt wird, deren eines Ende in der Erde steckt, so wird, so lange dieser pariser Drahe an der Metallstange anliegt, auch der berliner Draht elektrisch sein; sobald jedoch ein Mensch in Paris den Draht von der Metallstange entfernt, so wird im selben Augenblick der berliner Draht seine Elektrizität verlieren. Man sieht hieraus, wie ein Mensch in Paris im Nu einem Menschen in Berlin ein Zeichen geben kann. Dies wäre zwar eine sehr unvollständige Zeichensprache und wir werden sehen, daß zur Telegraphie, wie sie jetzt besteht, eine neue Erfindung noch hinzukommen mußte, um sie möglich zu machen; aber gleichwohl spielt das beliebige Unterbrechen und Hervorrufen des Stromes, wie wir es hier angeführt haben, die Hauptrolle der elektrischen Telegraphie.

Endlich müssen wir noch Eines hierbei hervorheben.

Wir haben bisher angenommen, daß man die Enden beider Drähte in die Erde steckt, um den Strom in denselben in Bewegung zu setzen, man kann aber auch den Strom in anderer Weise hervorrufen und unterhalten, und zwar in sehr verschiedener Weise.

Vor Allem kann man die Enden beider Drähte an ein-

ander legen, und dann wird gleichfalls ein fortwährendes Strömen stattfinden. Nennt man den Draht am Zink den positiven, den Draht am Kupfer den negativen Pol, so braucht man nur die Pole sich berühren zu lassen, um einen ununterbrochenen Strom zu besitzen. Man nennt dies Verbinden der Pole mit einander das Schließen der Kette, und hat sich das, was in dieser Kette vorgeht, in folgender Weise zu denken. An der Berührungsstelle des Zinkes und Kupfers findet eine fortwährende Trennung der Elektrizitäten statt; die Pole aber, welche die Elektrizitäten zu einander bringen, rufen eine fortwährende Verbindung derselben hervor. Diese fortwährende Trennung der Elektrizitäten einerseits und Verbindung derselben andererseits macht, daß die Strömung fortwährend stattfindet, so daß in allen Punkten eines so geschlossenen Apparats, der äußerlich vollkommen ruhig erscheint, eine Bewegung und eine Thätigkeit der wunderbarsten Art vor sich geht.

Man braucht aber auch die Pole nicht direkt zu verbinden, um die elektrische Kette zu schließen, sondern kann eden beliebigen Leiter der Elektrizität dazu wählen. Nimmt man den einen Pol in die eine, den andern in die andere Hand, so ist gleichfalls die Kette geschlossen und zwar durch den Körper des Menschen, durch den nun die Ströme ihren Durchgang nehmen. Welche wunderbare Wirkung dies auf den Körper hervorbringt, werden wir später sehen. —

Desgleichen ist die Kette geschlossen und der Strom in voller Thätigkeit, wenn man beide Pole, ohne daß sie sich berühren, in eine Schüssel Wasser oder sonst in eine wässerige Flüssigkeit leitet, denn auch das Wasser leitet die Elektrizität. Daß dies von mächtiger Einwirkung auf die Flüssigkeit ist, werden wir weiterhin näher darlegen.

Nunmehr sind wir so weit, um zu den großartigen Wirkungen der galvanischen Elektrizität überzugehen, und das wollen wir im nächsten Abschnitt in aller Kürze versuchen.

XLVII. Wie man eine Voltaische Säule herstellt und was man an ihr bemerken kann.

Wir wissen, daß bei der Berührung zweier verschiedener Metallplatten, die eine z. B. von Kupfer, die andere von Zink, eine Trennung der Elektrizitäten in ihnen entsteht, und daß die negative Elektrizität im Kupfer, die positive im Zink zum Vorschein kommt. Allein ein einziges Plattenpaar dieser Art giebt nur eine ganz schwache Wirkung. Zu einer großen Wirksamkeit gehört, daß man mehrere solche Platten benutzt.

Man sollte nun glauben, daß dies leicht erreicht wäre, wenn man eine Reihe solcher Kupfer- und Zinkplatten abwechselnd auf einander legt; allein das ist ein Irrthum. Ein wenig Nachdenken wird auch bald davon nähere Ueberzeugung verschaffen.

Gesetzt, man legte eine Kupferplatte hin und legte eine Zinkplatte darauf, so wissen wir, daß dies eine Trennung der Elektrizitäten hervorrufen, daß unten in der Kupferplatte negative, oben in der Zinkplatte positive Elektrizität entstehen würde. Wollte man oben auf diese Zinkplatte noch eine Kupferplatte legen, so würde an dieser obern Seite der Zinkplatte wieder dieselbe Trennung vor sich gehen. Die obere Kupferplatte würde negativ, die in der Mitte liegende Zinkplatte würde von beiden Seiten her positive Elektrizität erhalten; allein gerade dadurch würde die Zinkplatte unwirksam werden, denn ihre posi-

tive Elektrizität würde von beiden Seiten durch die negative eingeschlossen sein. Würde man nun auf die obere Kupferplatte noch eine Zinkplatte legen, so würde die Kupferplatte, zwischen zwei Zinkplatten liegend, wiederum mit ihrer negativen Elektrizität eingeschlossen werden. Man sieht also leicht, daß die zwischen der obersten und der untersten Platte liegenden Platten unwirksam sein werden, und in der That ergiebt der Versuch auch, daß eine Säule von hundert solchen Plattenpaaren auf einander gelegt nicht stärker wirkt, als ein einziges Plattenpaar. Denn in Wirklichkeit ist nur hierbei ein einziges Paar Platten wirksam, die eine die oben, und die andere die unten liegt. —

Will man eine Verstärkung der Wirksamkeit durch mehrere Plattenpaare, so muß man es machen, wie es der italienische Gelehrte Volta, der eigentliche Entdecker dieser Art von Berührungs- oder Strömungs-Elektrizität machte, nach dessen Namen die Verstärkungssäule genannt wird, die unter dem Namen die Voltaische Säule bekannt ist.

Diese Voltaische Säule wird in folgender Weise aufgebaut. Man legt ein Plattenpaar, das heißt eine Kupferplatte und auf diese eine Zinkplatte hin. Auf die Zinkplatte legt man eine mit Salzwasser angefeuchtete Papier- oder Tuchplatte; auf diese Tuchplatte kommt wieder ein Plattenpaar von Kupfer und Zink, auf dieses wieder eine angefeuchtete Platte und hierauf wieder ein Plattenpaar, und so geht es fort, so daß die ganze Säule aus regelmäßig auf einander geschichteten Platten besteht, welche der Reihe nach immer aus Kupfer, Zink und Tuchplatte gebildet werden. Man kann nun diese Säule, zu welcher man etwa thalergroße Platten wählt, beliebig hoch aufschichten; sie muß nur so beschaffen sein, daß,

wenn sie unten mit Kupfer anfängt, sie oben mit einer Zinkplatte endet, auf welche keine weitere feuchte Platte gelegt wird.

Eine solche Säule ist von außerordentlicher, höchst wunderbarer Wirksamkeit, die wir sogleich kennen lernen werden, nachdem wir mit einigen Worten gezeigt haben, weshalb diese Art Säule besser wirkt, als eine Säule ohne dazwischen liegende feuchte Platten.

Eine Säule in der Weise errichtet, wie sie von Volta angegeben ist, das heißt eine Säule, in welcher auf jedes Plattenpaar von Kupfer und Zink eine feuchte Tuchplatte gelegt wird, verstärkt sich mit jedem neuen Plattenpaare, das heißt, wenn ein einziges Plattenpaar eine gewisse Portion Elektrizität in Strömung versetzt, so verstärkt ein zweites Plattenpaar diese Portion auf das zweifache, eine dritte auf das dreifache, und so weiter, so daß eine Säule mit hundert Plattenpaaren hundertmal stärker wird als ein einziges Plattenpaar allein.

Der Grund hiervon ist folgender.

Wir wissen, daß das erste Plattenpaar eine Portion Elektrizität in Strömung versetzt. Legt man auf dieses, also auf die Zinkplatte, gleich eine Kupferplatte, so haben wir bereits gesehen, daß die hier entstehende neue Elektrizität die vorhandene absperrt, also die Zinkplatte unwirksam macht. Legt man jedoch eine feuchte Tuchplatte auf die Zinkplatte, so ist es ganz was anderes. Die feuchte Tuchplatte leitet die Elektrizität, sie nimmt also die eine Portion positive Elektrizität, die die Zinkplatte stets aussendet, in sich auf. Bringt man nun eine Kupferplatte auf die Tuchplatte, so verhält sich diese Kupferplatte ebenfalls wie ein Leiter, sie füllt sich also auch mit der einen Portion positiver Elektrizität. Bedeckt man aber jetzt die zweite Kupferplatte mit einer Zinkplatte, so

nimmt die Zinkplatte schon als metallischer Leiter die eine Portion positiver Elektrizität in sich auf, die von dem ersten Plattenpaare herstammt. Zugleich aber bringt sie in Berührung mit der Kupferplatte eine gleiche Portion Elektrizität in Bewegung, von dieser begiebt sich gleichfalls die positive Elektrizität zum Zink; es hat hiernach die zweite Zinkplatte volle zwei Portionen positiver Elektrizität. Legt man nun auf dieses zweite Plattenpaar wieder eine feuchte Tuchplatte und auf dieses ein drittes Plattenpaar, so werden auf dieses dritte Plattenpaar erstlich die zwei Portionen positiver Elektrizität durch Leitung übergehen, die in der Zinkplatte des zweiten Plattenpaares stecken und hierzu kommt noch die neue Portion, die das dritte Plattenpaar selbst erzeugt, so daß die positive Elektrizität der dritten Zinkplatte eine dreifache ist. — Da dies so fort geht, so ist der Satz ganz richtig, daß mit jedem neuen Plattenpaar die Elektrizität um eine Portion wächst.

Man hat sehr sinnreiche Instrumente erfunden, um die Stärke der Elektrizität genau zu messen und durch diese hat sich das bisher Gesagte auch praktisch bestätigt gefunden.

Wir wollen nunmehr zur Hauptsache kommen, zur wunderbaren Wirkung stärkerer Ströme der Elektrizität.

Nehmen wir an, wir haben eine Säule in der angegebenen Weise von hundert Plattenpaaren aufgebaut. An der untersten Kupferplatte sei ein Draht angelöthet, und ebenso an der obersten Zinkplatte, so wird der Draht, der unten an der Kupferplatte angelöthet ist, der n e g a t i v e, und der oben an der Zinkplatte befestigt ist, der positive Pol genannt.

So ruhig wie diese Säule dasteht und so wenig ein Menschenauge irgend welche Merkwürdigkeit an ihr ent-

decken würde, so auffallend ist ihre Wirksamkeit in jeder Beziehung.

Berührt man mit feuchten Fingern gleichzeitig beide Drähte, so erhält man einen heftigen elektrischen Schlag. Hat man sich diesen Schlag gefallen lassen, was viel sagen will, und hält die Drähte fest, so hat man nicht die leiseste Empfindung davon, daß hier noch irgend etwas Wunderbares vorgeht. Läßt man jedoch die Drähte los, so erhält man einen zweiten elektrischen Schlag, der aber nicht so stark ist wie der erste. — Weshalb diese Säule so unfreundlich zum Willkommen und Abschied ist, werden wir noch näher kennen lernen; für jetzt wollen wir die Hauptkunststücke, die diese Säule machen kann, nur einfach aufzählen.

Bringt man beide Draht-Enden bis auf eine kleine Entfernung nahe, so sieht man schon einigermaßen, was in dieser Säule steckt. Es entsteht nämlich zwischen diesen Draht-Enden ein heller Funke oder richtiger ein leuchtender Funkenstrom, der von Spitze zu Spitze so schnell geht, daß er wie ein einziger Funke aussieht. Der Funke verschwindet nicht wie der bei der Reibungs-Elektrizität im Moment des Entstehens, sondern er ist dauernd und kann unter Umständen fortwährend und unausgesetzt erhalten werden, so daß man diesen Funken oder richtiger diesen Funkenstrom zur Erzeugung des blendend hellen elektrischen Lichtes benutzt, was wir weiterhin noch näher besprechen werden.

Leitet man einen feinen Metalldraht von einem Pole der Säule zum andern, so fängt der Draht schnell zu glühen an. Ja man kann es so weit treiben, das Eisen- und Stahldraht unter lebhaftem Funkensprühen verbrennen.

Bringt man eine Magnetnadel dem elektrischen Strome,

der durch die Drähte geht, nahe, so wird sie von ihrer natürlichen Lage abgelenkt und je nachdem man sie über oder unter den Draht hält, ist die Ablenkung der Magnetnadel verschieden.

Umwickelt man ein Stück weiches Eisen mit einem Draht und läßt den Strom durch diesen Draht hindurch gehen, so wird urplötzlich das Eisen magnetisch. Unterbricht man den Strom, so verliert das Eisen sofort den Magnetismus. Wir werden noch sehen, wie auf dieser wunderbaren Eigenschaft die Erfindung der elektromagnetischen Maschinen, und die der Telegraphen beruht.

Bringt man beide Pole in eine chemische Flüssigkeit, so zersetzt sich dieselbe, das heißt es löst sich die chemische Verbindung derselben auf und es legen sich an die Pole die chemischen Grundstoffe an. Wir werden sehen, wie wichtig dieses für die Chemie war und ist, und wie hierauf die schöne Erfindung der Galvanoplastik beruht, durch die viel Vorzügliches noch geleistet werden wird.

Dies sind die Hauptkunststücke der galvanischen Säule; wir werden jedes derselben nunmehr in aller Kürze näher kennen lernen.

XLVIII. Die Wirkung des Galvanismus auf den lebenden Körper.

Die Wirkung, welche der elektrische Strom auf Menschen und lebende Wesen macht, wenn sie die Drähte der Säule gleichzeitig berühren, wird die physiologische Wirkung der Elektrizität genannt und sie beruht darauf, daß die Körper der lebenden Wesen Leiter der Elektrizität sind, das heißt, daß sie den Strömen der Elektrizität kein Hinderniß entgegenstellen. Hat man also den einen Pol

der Säule in der Hand und berührt den andern, so hat man durch den Körper die beiden Pole verbunden und ihren elektrischen Strömen die Möglichkeit gegeben, zu einander zu kommen; man hat mit dem Körper, wie wir bereits gesagt haben, die Kette geschlossen und hierdurch die Ströme angewiesen, ihren Weg durch den Leib des Menschen zu nehmen.

Den Schlag, den man bei diesem Schließen der Kette erhält, erklärt man dadurch, daß der menschliche Körper zwar die Elektrizität zu leiten im Stande ist, aber nicht ein so guter Leiter derselben ist als Metall; es wird demnach der Strom gewissermaßen zurückgehalten und man empfindet hierbei, wenn man so sagen darf, den Stoß des Stromes, dessen schnellerem Lauf man sich entgegensetzt. Dies erklärt den Schlag beim Schließen der Kette; ist diese aber einmal geschlossen, so geht nicht etwa der Strom durch die Drähte mit der Geschwindigkeit, mit der er eine metallische Kette durchlaufen würde, sondern es geht nun auch in den Drähten langsamer. Das Hinderniß seines Laufes, das der menschliche Körper ausübt, wirkt auf den ganzen Strom und deshalb empfindet man nach dem ersten Schlage nichts weiter von dem Strom, oder richtiger den Strömen verschiedener Elektrizitäten, die sich stets trennen und wieder vereinigen. Erst, wenn man die Kette wieder öffnet, das heißt, wenn man einen Draht wieder losläßt, erhält man den zweiten Schlag, der eben dadurch entsteht, daß man beim Oeffnen der Kette die Ströme gewissermaßen ganz abschneidet.

Obwohl Versuche mannigfacher Art diese Erklärung unterstützen, so ist sie dennoch sehr wenig befriedigend zu nennen. So eigentlich weiß man nicht, was da vorgeht im menschlichen Körper, wenn dieser einen elektrischen Schlag empfängt und erst die weitere Forschung, die Un-

Bois-Raymond in Berlin mit so glänzendem Erfolge angestellt hat, wird auch über diese Gesammtwirkung elektrischer Schläge neues Licht zu werfen im Stande sein.

Wir werden die Resultate der Du-Bois-Raymond'schen Untersuchungen, die einen tiefen Blick in die Werkstatt des menschlichen Körpers, in die Thätigkeit des Gehirns und die Wirksamkeit der Nerven gewähren, noch näher mittheilen; für jetzt wollen wir nur in Bezug auf vorliegende Wirkung des Stromes das Eine hervorheben, daß bei dem Schlag oder der Zuckung, die in Folge dessen entsteht, hauptsächlich nur die Wirkung auf die Bewegungsnerven in Betracht kommt, welche durch die elektrische Anregung eine Zusammenziehung von Muskeln wider unsern Willen veranlassen, daß aber die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Empfindungsnerven noch ganz anderer Natur ist und besondere Untersuchungen verdient.

Die Thatsachen, die hier hervorgehoben zu werden verdienen, sind folgende. An verwundeten Hautstellen empfindet man ein stechendes Brennen während der Bewegung des elektrischen Stromes, von dem man sonst nichts verspürt. Bringt man die Pole einer schwachen Kette auf die Zunge, so empfindet man einen eigenthümlichen Geschmack. Ja, man braucht nur ein blankes Kupferstück unter die Zunge und ein eben solches Zinkstück auf die Zunge zu legen, so empfindet man schon das, was man den elektrischen Geschmack nennt, sobald man es zu Wege bringt, daß die Metallstücke an einer Stelle sich berühren. — Wenn man die Pole der elektrischen Kette in gewissen Stellungen an das Auge bringt, so empfindet man während des Stromes ein fortwährendes Blitzen im Auge. — Leitet man den Strom durch die Ohren, so vernimmt man ein fortdauerndes Sausen, so lange der Strom in

Bewegung, das heißt, so lange die Kette nicht unterbrochen ist. — Endlich hat man bisher auch stets von einer Reizung der Geruchsnerven durch Elektrizität gesprochen und noch jetzt findet man in den Lehrbüchern, selbst den neueren, den phosphorartigen Geruch, den man beim Bewegen der Elektrisirmaschine riecht, als solche Reizung der Geruchsnerven angegeben; indessen ist es wenigstens bei diesem Falle durch neuere Forschungen erwiesen worden, daß der Geruch nicht eine Wirkung des Reizes auf die Geruchsnerven ist, sondern daß er herrührt von einem wirklichen Stoff, der bei der Reibungselektrizität frei wird, den man Ozon nennt, und der auch schon anderweitig so hergestellt worden ist, daß man an seiner wirklichen Existenz nicht zweifeln darf. — Dieser Umstand läßt vermuthen, daß auch der elektrische Geschmack nicht sowohl von der Elektrizität herrührt, sondern von der chemischen Wirkung derselben auf die Metalle, daß man also nichts von der Elektrizität zu schmecken bekommt, sondern nur den Geschmack der Metalle verspürt, den sie bei der chemischen Veränderung annehmen.

Bei weitem mehr als die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Empfindungs- oder Sinnesnerven ist die Wirkung desselben auf die Bewegungsnerven ausgebeutet worden, und es beruhen auf dieser Wirkung die jetzt sehr in Aufnahme gekommenen elektrischen Kuren, für die schon eigene Institute errichtet sind, und welche durch den Privatgebrauch der sehr gangbar gewordenen galvanischen Rheumatismus-Ketten bekannt sind.

XLIX. Der elektrische Funke.

Wir haben gesehen, daß der elektrische Strom in den Leitungsdräthen Wärme erzeugt und zwischen den beiden nahe gebrachten Polen einer Säule ein elektrisches Funkenströmen entsteht, das man im Allgemeinen als das elektrische Licht beleichnet.

Aehnliche Erscheinungen nimmt man schon bei der Reibungs-Elektrizität wahr. Wenn die Elektrizität durch die Elektrisirmaschine erzeugt und vermittelst einer Batterie Leidener Flaschen auf einem Punkt angehäuft wird, so entsteht bei der Entladung ein außergewöhnlich heller Funke von bedeutendem Wärmegrad. Allein die Zeit, in welcher der Funke existirt, ist so unglaublich kurz, daß eine gründliche Untersuchung der Licht- und Wärme-Erscheinung außerordentlich schwierig ist.

Obwohl es uns für einen Augenblick von unserem Thema etwas abführt, wollen wir doch die Gelegenheit nicht vorüber lassen, ohne unsern Lesern mindestens Etwas von dieser unbegreiflich kurzen Zeit des elektrischen Funkens mitzutheilen.

Wenn man einen Unerfahrenen einen starken elektrischen Funken sehen läßt und ihn fragt, wie lange Zeit wohl der Funke geleuchtet habe, so wird er mindestens einige Sekunden als die Zeitdauer des Funkens angeben. Das ist eine Täuschung. Unser Auge erhält einen so mächtigen Lichteindruck von einem starken elektrischen Funken, daß der Eindruck sich nicht schnell verliert umd noch fortdauert, wenn auch das Licht schon längst geschwunden ist. Es geht dem Unerfahrenen beim elektrischen Funken, wie dem Kinde mit dem glimmenden Span, mit dem es Kreise beschreibt und sich einbildet, einen wirklichen Feuer-

kreis vor sich zu haben, während es nur eine Täuschung des Auges ist, auf dessen feinem Nervennetz der Lichteindruck nicht so schnell schwindet, wie der glimmende Span bewegt wird.

Um wirklich zu wissen, wie lange oder richtiger wie kurze Zeit ein elektrischer Funke existirt, dazu bedarf es sinnig geleiteter Versuche. Man läßt zu diesem Zweck eine große runde Scheibe, die mit bunten, recht auffallenden Farbenstrichen verziert ist, mit großer Schnelligkeit durch eine Maschine herumdrehen. Betrachtet man diese Scheibe bei Licht, so sieht man statt der einzelnen Farben nur eine undeutliche Mischfarbe: und das rührt daher, daß der Eindruck der einen Farbe noch im Auge existert, wenn die andere durch die Drehung schon an deren Stelle gekommen. Verfinstert man aber das Zimmer und erzeugt einen elektrischen Funken, so sieht man beim Licht dieses Funkens nicht nur alle Farbenstriche der sich drehenden Scheibe vollkommen deutlich, sondern man möchte darauf schwören, daß die Scheibe sich gar nicht gedreht habe.

Woher rührt das? Es rührt daher, daß der Funke nur eine so unglaublich kurze Zeit geleuchtet hat, daß die Bewegung des Rades in dieser Zeit so gut wie Nichts war! Der Versuch fällt noch glänzender aus, wenn man feines geripptes Zeug über die Scheibe spannt, dessen Fäden man nicht genau sehen kann, wenn die Scheibe auch nur ein wenig bewegt wird. Versetzt man diese auch in die schnellste Umdrehung, so sieht man beim elektrischen Funken aufs allergenaueste jedes Fädchen des Zeuges ganz so gut als ob die Scheibe gestanden hätte. Die Dauer des Funkens ist so kurz, daß in dieser Zeit die aufs schnellste gedrehte Scheibe so gut wie gar keine Bewegung gemacht hat.

Auch der Blitz dauert nur so außerordentlich kurze Zeit,

obgleich die Dichter gern ihre nächtlichen Unglücksscenen mit minutenlangen Blitzen beleuchten lassen; aber in dem einen Punkte haben sie ganz recht, daß sie alle fliehenden und sich bewegenden Gegenstände während des Blitzes als „erstarrt stille stehend“ bezeichnen, denn wirklich in der unglaublich kurzen Zeit eines Blitzes ist die Bewegung sämmtlicher Gegenstände, die wir sehen, gleich Null. Die Bahnwärter an den Eisenbahnen entsetzen sich oft, wenn sie Nachts den dahin donnernden Zug beim Licht des Blitzes sehen. Sie sehen den Zug nicht gehen, sondern stehen. Sie erkennen den Zugführer, sehen die Speichen der sich drehenden Räder ganz deutlich, als ob der Zug vor ihren Augen stillgestanden hätte; ja sie sehen ihn noch immer vor sich, wenn sie auch am Getöse der Maschine merken, daß der Zug schon fort ist. Der Eindruck dieser Scene wird so außerordentlich geschildert, daß selbst hierüber belehrte Bahnwärter sich des Grausens über das wunderbare plötzliche Stillstehen des Zuges nicht erwehren können.

Die Zeitdauer des Leuchtens des elektrischen Funkens ist in der That unermeßlich kurz, da die feinsten Versuche, die man angestellt hat, sie zu messen und zu welchen man äußerst empfindliche Instrumente, nämlich Drehspiegel, anwandte, bisher vergeblich waren. So viel geht aus diesen Versuchen hervor, daß ein solcher Funke und ebenso ein einfacher Blitz kaum den tausendsten Theil einer Sekunde lang existirt.

Bedenkt man aber, daß man beim Leuchten eines elektrischen Funkens eine ganze Stube voll Menschen sieht und erkennt, daß man beim Licht des Blitzes eine ganze Gegend genau in's Auge fassen kann, daß man oft, so deutlich wie am Tage, Häuser, Felder, Bäume, Menschen, Wasser, Schiffe und eine ganze Masse von Einzelnheiten

erkennt, so kann man sich hierbei eine Vorstellung machen von der Feinheit des menschlichen Auges und seiner Empfänglichkeit für das Licht, da eine so unendlich kurze Zeit, wie die Dauer des elektrischen Funkens oder Blitzes hinreicht, dem Auge den vollen Eindruck einer großen ganzen Scene zu verschaffen.

Der kurzen Dauer des Funkens der Reibungs-Elektrizität, über die wir hier nur gelegentlich und eigentlich mit Abschweifung von unserem Thema ein Wort gesprochen haben, steht die Dauerhaftigkeit des elektrischen Lichtes im galvanischen Strome gegenüber, von welcher wir nun zu unserm Thema zurückkehrend, ein Näheres vorführen wollen.

L. Die galvanische Hitze.

In demselben Maße wie der Funke der Reibungselektrizität leuchtet, in demselben Maße vermag er auch Metalldräthe zum Glühen zu bringen. Ueber diese Erscheinung hat der verdienstvolle Peter Rieß in Berlin, der hauptsächlich die Reibungs-Elektrizität zum Gegenstande seiner ersprießlichen Forschungen gemacht, die vorzüglichsten Aufschlüsse gegeben. Weniger durchforscht ist das Glühen der Metalldrähte, durch welche man einen galvanisch-elektrischen Strom leitet und es ist nur so viel durch Versuche festgestellt worden, daß je dünner der Draht und je stärker der Strom ist, desto heftiger das Glühen eintritt.

Obwohl man dem Gesetz des Glühens der Drähte, durch welche galvanische Ströme geleitet werden, nachgespürt hat, ist man dennoch nicht hinter dasselbe gekommen, und man weiß um so weniger zu sagen, woher diese

Wärme kommt, als man über die Natur der Wärme überhaupt noch ziemlich im Unklaren ist. Gleichwohl hat man praktisch das Glühen der Drähte, durch welche man den Strom leitet, zu bestimmten Zwecken vortheilhaft angewendet.

Um große Felsen zu sprengen, ist es oft von großer Wichtigkeit, die Sprengung durch Pulver an vielen Stellen des Felsens gleichzeitig vorzunehmen. Zu diesem Zweck bohrte man früher Löcher in die Felsen, die man mit Pulverpatronen ausfüllte und man legte, um das Entzünden des Pulvers in allen Löchern zu gleicher Zeit zu bewerkstelligen, Zündfäden von einem Loche zum andern. Allein nicht selten geschah trotzdem die Entzündung der Patronen nicht zu gleicher Zeit, auch fehlte es an Mitteln, das Pulver ebenso dort anzubringen und zu entzünden, wo die Bohrlöcher, was nicht selten der Fall ist, unter Wasser angebracht werden mußten. Gegenwärtig hilft man all den Uebeln durch galvanisches Glühen in sehr leichter Weise ab. In die Bohrlöcher der Felsen werden Pulverpatronen gesteckt, in welchen man einen Leitungsdraht aus einer galvanischen Kette anbringt. Die Drähte gehen von einem Bohrloch zum andern und werden, wenn sie unter Wasser gezogen werden müssen, mit einem Gutta-Percha-Ueberzug versehen. Die letzten Ende der Drähte werden mit dem galvanischen Apparat im rechten Moment in Verbindung gebracht und dadurch entsteht der Strom in all den Drähten, der sie zum Glühen und das Pulver zum Brennen bringt, so daß die Sprengung in einem und demselben Augenblick von allen Seiten geschieht. Hierdurch wird nicht nur gleichmäßigere Wirkung erzielt, sondern man bewirkt durch viele gute vertheilte kleinere Bohrlöcher ein weit besseres Resultat als sonst durch große. —

Eine andere Anwendung des Glühens der Drähte durch galvanische Ströme ist, wenn auch nicht so wichtig, doch in hohem Grade interessant. Es kommt oft vor, daß man, um den Zahnschmerz in einem gesunden Zahn zu stillen, genöthigt ist, den Nerv durch Brennen zu tödten und man wandte zeither dazu Platin-Drähte an, die man glühend in den Zahn steckte, bis wo der Nerv seinen Sitz hat, der den Schmerz verursacht oder richtiger zur Empfindung bringt. Diese Operation, die in den meisten Fällen viel zusagender ist als das Ausreißen des Zahnes, hat aber immer das Schwierige, daß man wegen Unsicherheit der Hand und des Zuckens des Leidenden sehr unsicher mit dem geglühten Draht ist und häufig kommt der Fall vor, daß der Draht nicht nur Zunge, Zahnfleisch, Lippe und Backe von seiner Hitze unnöthigerweise zu kosten giebt, sondern auch noch abgekühlt an die richtige Stelle gelangt und darum wirkungslos bleibt, wo er wirken sollte. Die Anwendung des Glühens des Drahts durch den galvanischen Strom hilft all den Uebeln ab. Ein zu diesem Zweck in England erfundenes Instrument, das Herr Gruel hierselbst in einer seiner Vorlesungen im polytechnischen Verein vorzeigte, ist sinnreich eingerichtet. Es wird dies Instrument, das nicht viel größer ist als eine Schreibfeder, die einen Zahnstecher trägt, mit der Zahnstecher-Spitze, die aus Platindraht besteht, in den Zahn und an die rechte Stelle kalt gebracht. Von diesem Instrument gehen zwei Drähte aus, die mit dem galvanischen Apparat in Verbindung stehen und es genügt ein Fingerdruck des Operateurs, um den elektrischen Strom durch den Platindraht zu leiten, der im Zahn steckt, durch dessen geheimes Glühen die gewünschte Operation ohne alle Schwierigkeit vollzogen wird.

In gleicher Weise werden jetzt schon eine große Reihe

medizinischer Operationen im Innern des menschlichen Körpers, zu welchen man sonst nicht anders als durch gefahrvolle Einschnitte ins Fleisch gelangen konnte, vermittelst Drähte vollstreckt, die man unter äußerst geringfügiger Verwundung in den Körper steckt. Durch galvanisches Glühen werden so Operationen vollführt, bei denen nicht nur der Schmerz unbedeutend, sondern auch der Blutverlust fast ganz vermieden wird, und die obenein den Vorzug haben, daß die Heilung außerordentlich schnell erfolgt.

LI. Das elektrische Licht.

Wir haben es bereits erwähnt, daß zwischen den sehr nahe gebrachten Polen einer voltaischen Säule oder, was dasselbe ist, zwischen den nahe gebrachten Polen einer galvanischen Kette ein leuchtendes dauerndes Licht entsteht. Ein Versuch, der in Frankreich gemacht wurde und zu welchem 3520 einfache Plattenpaare gebraucht wurden, fiel dahin aus, daß, als man die Pole bis auf den fünfzigsten Theil eines Zolls nahe brachte, ein unterbrochenes Funkensprühen von einem Pol zum andern sich zeigte, das durch fünf volle Wochen anhielt ohne wirklich an Kraft zu verlieren. Selbst mehrere Monate nach Einrichtung dieser Batterie zeigte sich keine Schwächung desselben.

Auch schon bei ganz gewöhnlichen kleinen Apparaten zeigt sich ein Funken im Augenblick des Schließens und Oeffnens der Kette, und man schrieb diesen Funken dem Glühen der äußersten Spitze der Drähte zu, durch welches eine Art von Verbrennung des Metalls stattfinden sollte.

Allein der Naturforscher Neef hat den Beweis geliefert, daß der Vorgang sich doch anders verhalte. Er brachte

bei seinen Versuchen an den einen Pol einen Metallstift mit einer feinen Platinspitze und an den andern eine Platintafel. Diese Tafel war so eingerichtet, daß sie in zitternder Bewegung erhalten wurde, wobei sie abwechselnd die Platinspitze berührte und von ihr sich entfernte. Die zitternde Bewegung war so rasch, daß sie ein Summen verursachte, und da bei der jedesmaligen Berührung dieser beiden Pole ein Schließungs- und ein Trennungs-Funke entstand, so sah man mit bloßem Auge ein ununterbrochenes kleines Lichtpünktchen. Neef traf nun die Vorrichtung, dieses Fünkchen durch ein Mikroskop betrachten zu können und fand in Folge seiner Beobachtung, daß das Licht immer nur am negativen Pol erschien, gleichviel ob er das Platinblech oder die Platinspitze mit dem negativen Pol in Verbindung brachte. Weitere Untersuchungen haben nun ergeben, daß der Pol, der am Zink ist, als der positive Pol, eigentlich dunkel bleibt und daß selbst am andern, dem negativen Pol, der eigentlich der Träger des Lichtes ist, eine Art Glühen und Verbrennen des Metalls nicht vor sich geht.

Das jedoch, was man gemeinhin das elektrische Licht nennt, wird durch eine besondere Einrichtung hervorgebracht, die von Davy erfunden worden ist. Dieser um die gesammte Naturwissenschaft hochverdiente Forscher brachte an dem positiven und negativen Pol einer starken Säule zwei Kohlenspitzen an. Die Drähte mit den Kohlenspitzen an den Enden führte er in einen Glasballon, der luftleer gemacht wurde, und nachdem er die Kohlenspitzen von den entgegengesetzten Seiten her durch Schrauben einander bis zur Berührung näherte, so daß der elektrische Strom genöthigt war, durch die Kohlenspitzen hindurch zu gehen, zeigte sich eine Glüherscheinung an den Kohlen in so außerordentlichem Grade, daß die Spitzen

der Kohlen das blendendste Licht von sich gaben, das man bisher künstlich erzeugen konnte.

Zu diesem schönen, jetzt bereits vielfach wiederholten Versuch ist eigentlich die luftleer gemachte Glocke nicht nothwendig; allein der luftleere Raum hat den Vortheil, um erstens darzuthun, daß das elektrische Licht ohne Gegenwart von Sauerstoff existiren kann, und zweitens verhindert es das Verzehren der Kohle, welche sich in gewöhnlicher Luft mit dem Sauerstoff verbindet und Kohlensäure bildet.

Weitere Versuche haben gezeigt, daß das elektrische Licht nicht nur im luftleeren Raume, sondern auch unter Wasser brennen kann und wenn auch mit schwächerer, aber dennoch außerordentlich blendender Helligkeit im Wasser leuchtet. Interessant ist die Mittheilung einer amerikanischen Zeitung, daß man daselbst Versuche angestellt hat, Tauchern dies Licht nach dem tiefen Abgrund der Gewässer mitzugeben, in welche sie mit ihren neu erfundenen, außerordentlich bequem eingerichteten Taucherglocken hinabsteigen, um daselbst Schätze aus dem Meeresgrund heraufzuholen. Die Taucherglocke, die durch ein eingerichtetes Pumpwerk stets mit frischer Luft versorgt wird, während eine andere Pumpe die verbrauchte Luft entfernt, wurde von außen mit elektrischen Drähten versehen, durch welche das elektrische Licht tief unten im Wasser erzeugt werden kann, und man machte den Versuch, vermittelst dieses Lichtes auch in der Nacht bei brillanter Beleuchtung eine Fahrt in den Abgrund machen zu können.

LII. Die praktische Verwendung des elektrischen Lichtes.

Ein wundervolles Schauspiel gewährt es, wenn man die Kohlenspitzen, nachdem einmal das Licht an ihnen erschienen ist, ein wenig von einander entfernt, indem dann statt des hellen Lichtpunktes ein Lichtbogen entsteht, der freilich viel zu blendend ist, um genauer untersucht werden zu können; der aber sehr deutlich in einem Bilde erscheint, welches man nach Art der Bilder der Laterna magika auf eine Wand fallen lassen kann. Hierdurch ist man im Stande gewesen, genauer das zu beobachten, was bei der Erscheinung des elektrischen Lichts vor sich geht und hat gefunden, daß auch in diesen Kohlenspitzen ein eigenthümliches Ausströmen von der Kohle des positiven Pols stattfindet, das an den negativen Pol sich hinbewegt. Mit dieser Strömung werden kleine Kohlentheilchen mit unermeßlicher Geschwindigkeit von dem positiven Pole nach dem negativen hingeführt, so daß in der That die positive Kohle sich vermindert und die negative sich vermehrt. Diese fliegenden Kohlentheilchen aber gerathen in die höchste Glut und veranlassen den Lichtbogen, der in den schönsten Farben von dem positiven Pol zum negativen hinführt.

Da das elektrische Licht viel heller leuchtet als jede Art von künstlichem Lichte, so würde es sicherlich schon häufiger im Gebrauch sein, wo man außerordentlich starkes Licht bedarf und würde das Knallgas-Licht schon verdrängt haben; allein es hat das Ueberströmen der positiven Kohle nach der negativen den Uebelstand, daß hierdurch die Entfernung der Kohlen von einander stets wechselt, so daß man fortwährend daran zu reguliren hat, um es in gleichmäßiger Weise zu erhalten. Man hat zu diesem Zweck in England ein Uhrwerk eingerichtet, von

dem man sich viel versprochen hatte; allein ein Exemplar dieses Uhrwerks eigener Zusammenstellung, das Herr Goldhammer in Berlin bei seinen Vorstellungen benutzte, zeigte noch zu viel Unregelmäßigkeit in der Beleuchtung, um dies Licht so genau handhaben zu können, wie es jetzt mit dem Knallgaslicht der Fall ist.

Versuche haben ergeben, daß je mehr man die Platten einer galvanischen Batterie vergrößerte und ihre Zahl vermehrte, desto stärker sich auch das elektrische Licht erweist. Hieraus folgt nun freilich nicht, daß die Steigerung des Lichtes immer in gleichem Maße wachsen würde, wenn man immer weiter ginge in der Verstärkung der Batterie; allein es ist schon viel, daß es schon mit sehr starken Batterien gelungen ist, ein Licht durch Galvanismus zu erzeugen, das der ungefähren Schätzung nach vom Sonnenlicht etwa nur um das Vierzigfache übertroffen wird. Würde man hiernach vierzig solcher elektrischen Lichter an einem Orte anbringen, so würde es in dessen näherer Umgebung so hell sein wie im Sonnenschein.

Im Ganzen ist indessen das elektrische Licht noch nicht in der Weise ausgebeutet worden, wie man hätte vermuthen sollen, man darf aber die Hoffnung nicht aufgeben, daß manch' großer Fortschritt noch im Laufe dieses Jahres bekannt werden wird, wenn der außerordentliche Preis, den Louis Napoleon auf die bedeutendste Entdeckung oder Erfindung auf diesem Gebiet ausgesetzt hat, die rechten Preisbewerber finden sollte.

Da die Herstellung des elektrischen Lichts mit weniger Schwierigkeiten und Gefahren verbunden ist als die Herstellung des gewöhnlichen Gaslichtes, so handelt es sich hauptsächlich darum, die Kosten so billig zu machen, daß man dieses Licht praktisch im Leben anwenden könne, was bisher noch nicht der Fall ist, weil man keine einträgliche

Verwendung für die Metalle kennt, die in der Batterie abgenutzt werden. In dieser Beziehung sind zwar von London aus Hoffnungen gemacht worden, daß man durch die Auflösungen der Metalle im Stande sein würde, ganz besonders schöne Farben herzustellen, die sich gut verwerthen würden, und in der That sollen Proben dieser Farben außerordentlich gut ausgefallen sein; allein bis jetzt ist nicht mehr davon bekannt geworden, als daß sich in London eine Gesellschaft gebildet, die eine namhafte Summe zur weiteren Ausbeute dieser Erfindung zusammengeschossen hat und die Zeit muß lehren, in wieweit die Hoffnungen, die man hieran knüpft, gegründet sind oder nicht.

LIII. Die chemische Wirkung des elektrischen Lichtes.

Auch in wissenschaftlicher Beziehung ist die weitere Erforschung dieses Zweiges der Elektrizität von größter Wichtigkeit: denn was in einem einzelnen Fall bekannt geworden ist, berechtigt zu der Hoffnung, daß man durch die Erforschung der Eigenschaften des elektrischen Lichtes einen Schritt näher kommen könnte zur Erforschung der Natur des Sonnenlichtes selber. Die Eigenschaft, die wir hiermit meinen, ist die bisher unerklärliche chemische Einwirkung des Lichtes auf viele Stoffe.

Bekanntlich beruht die schöne Kunst der Daguerreotypie und Photographie hauptsächlich in der Einwirkung des Sonnenlichtes auf Jod- und Chlor-Silber. Außer diesen giebt es noch eine ganze Masse chemischer Verbindungen, die im Sonnenlicht auf unerklärliche Weise verändert werden, wie denn gewiß Jedem bekannt ist, daß

fast alle Farben im Sonnenlicht nach und nach verbleichen, verschießen, überhaupt sich verändern. Alles dies sind ganz und gar chemische Wirkungen des Sonnenlichtes. Zur Erklärung dieser Erscheinungen nimmt man an, daß außer den Licht- und Wärme-Strahlen noch besondere chemische Strahlen von der Sonne direkt ausgesandt oder durch Schwingungen eines Weltäthers veranlaßt werden und daß diese besonderen für unser Auge und Gefühl unmerkbaren chemischen Strahlen die chemischen Veränderungen verursachen, die man an Gegenständen wahrnimmt, die von der Sonne beschienen werden.

So gewagt diese Erklärung erscheint, so sehr wurde sie gerade in neuerer Zeit durch die Daguerreotypie und Photographie wahrscheinlich. Jeder, der sich mit Verfertigung von Lichtbildern beschäftigt, weiß es, daß niemals ein gutes Bild entsteht, wenn er die Platte, worauf das Bild hervorgebracht werden soll, genau an die Stelle bringt, wo das Bild für unser Auge am deutlichsten erscheint, daß er vielmehr genöthigt ist, durch Versuche zu ermitteln, um wie viel er jedesmal die Platte in seinem Apparat von jener Stelle entfernen muß, um ein scharfes gutes Bild zu erhalten. Nun ist es eine ausgemachte Sache, daß das Lichtbild nur durch eine chemische Einwirkung des Lichtes hervorgerufen wird und hiernach kann sich Jedermann davon überzeugen, daß es nicht das für unser Auge sichtbare Licht ist, daß die chemische Wirkung hervorbringt, sondern daß es besondere Strahlen oder Wellenerscheinungen sein müssen, die unsichtbar und unfühlbar für uns mit dem Sonnenlichte zu uns gelangen.

In dieser Beziehung ist es nun höchst interessant zu bemerken, daß das elektrische Licht die größte Aehnlichkeit mit dem Sonnenlichte besitzt. Es gelingt vollkom-

men, im elektrischen Licht Lichtbilder zu erzeugen, ja es ist sogar dem verdienstvollen Photographen Humbert de Mollard in Paris gelungen, deutliche Lichtbilder im Lichte des elektrischen Funkens herzustellen, von dem wir wissen, daß er nur eine unendlich kurze Zeit dauert. Bei allen Versuchen aber darf man beim elektrischen Licht, ähnlich wie beim Sonnenlichte, die Platte nicht an die Stelle bringen, wo für unser Auge das Bild erscheint, sondern man hat auch hier den sogenannten chemischen Brennpunkt aufzusuchen, so daß es ganz unzweifelhaft wird, daß auch vom elektrischen Lichte chemische Strahlen ausströmen, die nicht dieselben sind, welche für unser Auge sichtbar werden.

Da man nun mit dem elektrischen Lichte, das man beliebigen Veränderungen unterwerfen kann, mannigfache Versuche anzustellen im Stande ist, wie man sie mit dem Sonnenlicht nicht vermag, so ist es wohl möglich, daß man durch die Erforschung der chemischen Wirkungen des elektrischen Lichtes hinter das Geheimniß der chemischen Wirkung des Sonnenlichtes wird kommen können.

Einen sehr verdienstlichen Versuch stellte Herr Apotheker Simon in Berlin mit dem elektrischen Lichte an. Es giebt ein medizinisches Mittel, aus Chlor und Kohlenstoff bestehend, das nur hergestellt werden kann im hellen Sonnenschein, da die Verbindung dieser Stoffe durchaus nicht anders zu Wege gebracht werden kann, als durch das direkte Sonnenlicht, das es bescheinen muß. Der Versuch ergab, daß auch das elektrische Licht dies Kunststück kann, also in dieser Beziehung im Stande ist, die Sonne zu ersetzen.

Verdienstlich könnte auch folgender Versuch werden, von dem wir nicht wissen, ob er schon irgendwo gemacht worden ist. Das Grün der Pflanzen rührt, wie man

jetzt genau weiß, nur von der chemischen Einwirkung des Sonnenlichtes her, indem Pflanzen im Dunkeln farblos werden. Es würde sich des Versuches lohnen, ein schnellwachsendes Pflänzchen im elektrischen Lichte aufzuziehen, um zu sehen, ob dies Licht auch das unerklärte Kunststück versteht, das sogenannte „Blattgrün" zu erzeugen.

LIV. Die Wirkung des elektrischen Stromes auf Eisen.

Die bedeutendste Anwendung, die man von der Kraft des elektrischen Stromes gemacht, ist die Eigenschaft desselben, Eisen beliebig oft in einen Magneten zu verwandeln. Mit einem Worte: die am meisten praktisch in's Leben eingreifende Verwendung des elektrischen Stromes liegt im Verhältniß der Elektrizität zum Magnetismus.

Wieder ist hier der erste Beginn der großartigsten Entdeckung fast wie ein Kinderspiel. Zuerst wurde die Entdeckung gemacht, daß der elektrische Schlag der Reibungs-Elektrizität im Stande ist, einer Magnetnadel die magnetische Eigenschaft zu benehmen. Sodann fand man bei weiterer Beobachtung, daß eine Magnetnadel, die, wie wir wissen, mit einer Spitze nach Norden und mit der andern nach Süden hinweist, sofort diese Stellung verläßt, wenn man sie in die Nähe eines Drahtes hält, durch welchen ein elektrischer Strom sich bewegt. Zuletzt endlich, im Jahre 1820, entdeckte der geistreiche Naturforscher Oersted die eigentliche Hauptsache.

Seine Entdeckung ist einfach ausgedrückt folgende:

Wenn man einen Draht um eine Eisenstange windet und durch den Draht einen elektrischen Strom gehen läßt,

so wird die Eisenstange plötzlich in einen Magneten verwandelt. Unterbricht man den elektrischen Strom, so verliert das Eisen, namentlich wenn es weiches Eisen ist, sofort seine magnetische Eigenschaft.

Es verlohnt sich wohl, daß sich Jeder selbst frage, ob er, wenn man ihm diese Entdeckungen alle mitgetheilt hätte, im Stande gewesen wäre, vorauszusagen, von welcher unendlichen Bedeutung sie für die Welt zu werden bestimmt sind? Gewiß würden viele Tausende von Menschen die Entdeckungen des Verhältnisses der Elektrizität zum Magnetismus sammt allen Versuchen, die man in der ersten Zeit damit machte, für nichts weiter als interessanten Gelehrtenkram gehalten haben; jetzt jedoch, wo durch die Ausbeute dieser Entdeckungen und namentlich der letzteren von Oersted die elektrischen Telegraphen hervorgerufen worden sind, jetzt sieht Jeder die Weltbedeutung dieser anfangs kleinlich erschienenen Versuche ein und man ahnt, daß die Menschen- und Völkergeschicke dereinst werden neu gezählt werden von der Zeit an, wo diese Sprache nach der Ferne erfunden worden ist, die schneller um die Erde wandert, als der Lauf der Sonne und für welche die Erde in vollem Sinne des Wortes zu winzig und geringfügig ist.

Aber einen tiefern Blick noch in das Geheimniß des Weltalls verspricht die Erscheinung des Elektromagnetismus einem künftigen Geschlechte zu gewähren, dem es gelingen wird zu erforschen, ob und wie der elektrische Stoff, der mit der Luft um die Erde kreist, den Magnetismus erzeugt, oder ob umgekehrt der magnetische Zustand der Erde das Kreisen des elektrischen Stoffes auf derselben hervorgerufen. Für jetzt sind Fragen derart noch zu vorzeitig und führen leicht auf den Abweg, durch willkürliche Annahmen die Lücken der wirklichen For-

schung auszufüllen, oder durch Ahnungen das zu ersetzen, was unserm Erkennen noch verschlossen ist.

Wir wollen uns daher zu einer schlichten Betrachtung der Thatsachen wenden und von den herrlichen Resultaten, die man bereits durch die elektromagnetische Kraft gewonnen, das Hauptsächlichste vorführen.

Die Hauptsache liegt darin, daß man im Stande ist, durch den Elektromagnetismus eine bewegende Kraft herzustellen, das heißt eine Kraft, durch die man Massen in Bewegung versetzen kann, die Kraft, auf welcher eigentlich das ganze Maschinenwesen beruht. —

Um dies recht klar einzusehen, wollen wir uns einmal die einfachste Maschine denken, die wir alltäglich vielfach auf der Straße sehen, wir meinen einen gewöhnlichen Brunnen, der durch den eisernen Schwengel, den man hin- und herschlendert, in Thätigkeit gesetzt wird. Wollte man einen solchen Brunnen oder richtiger solche Pumpe nicht von Menschenhänden, sondern von einer Maschine in Bewegung setzen lassen, so müßte man irgend welche Kraft, z. B. Dampfkraft, anwenden, welche die Kraft des pumpenden Menschen ersetzt. Wenn wir nun sehen werden, daß man das Pumpwerk auch durch Elektromagneten in Thätigkeit halten kann, so wird es gewiß jeder verstehen, was wir damit meinen, es sei diese Kraft eine bewegende, denn sie bewegt wirklich Massen von der Stelle.

Es ist nun ein Leichtes, solch ein Pumpwerk durch Elektromagneten in Thätigkeit zu setzen. Man brauchte nur vor und hinter dem eisernen Schwengel ein Stück Eisen anzubringen. Diese Eisenstücke werden jedes für sich mit Kupferdraht umwickelt und der Kupferdraht wird mit den Polen einer galvanischen Säule in Verbindung gebracht. So oft dies am vorderen Stück Eisen geschieht, wird ein

elektrischer Strom durch die Drähte gehen, mit denen das Eisen umwickelt ist. Sofort wird hierdurch das vordere Stück Eisen magnetisch werden und wird, da der Schwengel aus Eisen ist, diesen zu sich heranziehen. Denkt man sich die Einrichtung so getroffen, daß im Augenblick, wo der Schwengel das Stück Eisen, also den Elektromagneten, berührt, ein Draht aus der galvanischen Säule sich aushebt, so wird sofort das Stück Eisen seinen Magnetismus verlieren. Nun aber stelle man sich vor, daß im gleichen Augenblick der Draht des hinteren Stückes Eisen mit der galvanischen Säule in Verbindung gebracht wird, so wird sofort das hintere Eisen ein Magnet werden und den Schwengel zu sich heranziehen.

In solcher Weise brauchte man nur die Vorrichtung zu treffen, durch welche ein paar Drähte, die an den Polen der Säule befestigt sind, den elektrischen Strom bald dem Draht des einen Eisenstückes, bald dem des andern Eisenstückes zuführen, um abwechselnd bald das vordere bald das hintere Stück Eisen magnetisch zu machen und in Folge dessen den Schwengel bald nach vorn, bald nach hinten bewegt zu sehen.

Dies freilich ist nur ein ganz roher Versuch, um die Wirkung des Elektromagnetismus als bewegende Kraft deutlich zu machen; aber er wird uns den Weg zu den feineren und großartigeren elektromagnetischen Erfindungen bahnen, die wir unsern Lesern in einzelnen Zügen deutlich machen wollen.

LV. Die Anwendung der elektromagnetischen Kraft.

Die Kraft der elektrischen Magnete, mit welcher ein Pumpenschwengel hin- und herbewegt wird, bringt zwar nur eine sehr einförmige und wenig künstliche Bewegung hervor, es ist nur ein Hin- und Herstoßen in gerader Linie und scheint für den ersten Blick wenig geeignet, bedeutende Resultate hervorzubringen; allein ein wenig Nachdenken wird Jeden leicht belehren, daß die vorzüglichsten Maschinen, die wir besitzen, die Dampfmaschinen, eigentlich auch von einer Kraft getrieben werden, die blos mit einem Hin- und Herstoßen wirkt und dennoch durch die Zusammenstellung des mechanischen Theils der Maschine ist die Kraft des Dampfes im Stande, die meisten und bedeutendsten Werke zu verrichten, die menschliche Geschicklichkeit hervorzubringen vermag.

Wer einen bloßen Dampfkessel ansieht, durch den eigentlich nichts weiter getrieben werden kann, als ein Kolben in einem Zylinder, der wird wissen, daß die Dampfkraft selbst ursprünglich auch nur in einem Hin- und Herstoßen in grader Linie thätig ist und wird es einsehen, daß der Elektromagnetismus vollkommen im Stande ist, den Dampf zu ersetzen, sobald man nur vermöchte, diese elektro-magnetische Kraft so billig herzustellen, wie die Dampfkraft.

Bedenkt man, daß wir jetzt erst noch im Beginn der Erfindungen des Elektromagnetismus sind, und erwägt man, daß vielleicht schon die nächste Zeit die Entdeckung uns zuführen kann, wie man auf billige oder belohnende Weise Elektromagneten herstellt, so wird jeder zugeben, daß man mit Recht sagen darf, diese Kraft wird mindestens so wichtig für die Menschheit werden, als die Dampf-

kraft, ja, wohl noch wichtiger, indem sie so gefahrlos ist, daß man gewiß dereinst viele Verrichtungen im Hause statt mit den Händen durch Elektromagneten wird besorgen können.

Aber die elektromagnetische Kraft ist ihrer Natur nach mehr als die Dampfkraft, und wenn man einmal dahin kommen wird, diese Kraft so billig herzustellen, wie die Erzeugung der Dampfkraft ist, so wird das ganze Maschinenwesen eine Umänderung erfahren. Der Vorzug der elektromagnetischen Kraft vor der Dampfkraft liegt darin, daß man durch sie eine direkte drehende Bewegung erzeugen kann, während bei der Dampfkraft jede Drehung erst indirekt werden muß durch mechanische Vorrichtungen, welche einen Theil der Kraft abnutzen.

All' unsere Maschinen sind ursprünglich darauf gegründet, daß irgend ein Triebrad durch Dampf in Drehung versetzt wird; der Dampf selber aber kann direkt nur einen Kolben hin- und herstoßen. Soll dieser Kolben ein Rad umdrehen, so ist man genöthigt, an demselben eine bewegliche Stange anzubringen, die sich zugleich beim Hin- und Hergehen auch auf- und abbewegen kann, und hierdurch kann zwar, bei geeigneter Vorrichtung die Drehung eines Rades erzielt werden; aber immer nur auf Kosten eines Theiles der Dampfkraft.

Anders ist es bei der elektromagnetischen Kraft. Man vermag durch sie direkte Drehungen vielfacher Art hervorzubringen und sie ist in diesem Sinne eine wirkliche Maschinenkraft, die nur der einen Entdeckung harrt, durch welche sie billig herzustellen ist, um auch praktisch in den verschiedenartigsten Maschinen ihre Anwendung zu finden.

Um unsern Lesern eine flüchtige Vorstellung von dieser Kraft und ihrer drehenden Wirkung zu verschaffen, wollen wir die einfachste Vorrichtung derart hier darzustellen su-

chen, um zu zeigen, wie z. B. die Räder eines Wagens durch elektrische Magneten in Drehung und somit der Wagen in Bewegung gesetzt werden könnte. Wir brauchen es nicht zu sagen, daß diejenige Art, die wir anführen, eben nur ganz obenhin von uns entworfen werden wird, und die wirkliche Ausführung bei weitem feiner und sinnreicher sein muß, um gute Resultate zu liefern.

Vor allem müssen wir daran erinnern, daß die Hauptsache darin besteht, daß man durch umwickelte Drähte im Stande ist, ein Stück Eisen in einen Magneten zu verwandeln, sobald man die Enden der Drähte mit dem Pole einer galvanischen Batterie in Verbindung bringt und so einen elektrischen Strom durch die Drähte gehen läßt. — Nun aber müssen wir nicht vergessen, daß ein jeder Magnet einen Nordpol und einen Südpol hat und das ist auch bei dem Eisen der Fall, das man durch den elektrischen Strom magnetisch macht. Wir wissen aber auch bereits, daß die Nordpole zweier Magnete sich abstoßen und ebenso die Südpole zweier Magnete eine abstoßende Kraft auf einander ausüben, daß hingegen Nordpol und Südpol zweier Magnete sich gegenseitig anziehen.

Zu diesen bereits den Lesern bekannten Thatsachen haben wir noch eine neue von höchst wunderbarer Art vorzuführen. Wir haben gesagt, daß ein elektrischer Strom, der durch die Drähte geht, mit welchen man einen Eisenstab umwickelt hat, diesen Stab in einen Magneten verwandelt, und das ist auch richtig; allein es kommt sehr viel darauf an, ob von den zwei Enden der Drähte das eine an dem negativen und das andere an dem positiven Pol der galvanischen Batterie angebracht ist, oder umgekehrt. Geschieht es in der einen Weise, so wird ein Ende des Eisens Nordpol und das andere Südpol, geschieht es umgekehrt, so wird das eine Ende, das früher Nordpol war,

zum Südpol, während der Südpol zum Nordpol wird. Man kann also durch ein leichtes Verfahren, nämlich durch ein verschiedenartiges Anlegen der Drahtenden, mit denen das Eisen umwickelt wird, beliebig die magnetischen Pole des Eisens umkehren.

Bisher haben wir immer angenommen, daß man ein Stück Eisen von beliebiger Form, also etwa eine Eisenstange, so umwickelt hätte, um sie zu einem Magneten zu machen; für unsern Zweck aber ist es nöthig, die Magnete in Hufeisenform darzustellen und zwar in einer Form, in welcher sicherlich viele unserer Leser bereits Magnete gesehen haben und die so gestaltet sind, daß sie eigentlich eine krummgebogene Eisenstange bilden und wo also im magnetischen Zustand die Pole nahe neben einander liegen.

Nach diesen Vorbereitungen, von welchen wir bitten, daß die Leser sich eine möglichst deutliche Vorstellung machen mögen, werden wir im nächsten Abschnitt leicht zeigen können, wie man ein Rad in drehende Bewegung versetzen kann.

LVI. Drehende Bewegung der Elektromagneten.

Denken wir uns die eine Fläche eines Rades mit acht oder zehn Hufeisen aus weicher Eisenmasse besetzt und zwar so, daß die zwei Enden jedes Hufeisens an die Kante zu liegen kommen, während die Krümmung des Eisens nach der Achse des Rades zu liegt. — Der Einfachheit wegen wollen wir einmal annehmen, daß dieses Rad auf einer eisernen Schiene stehe, wie das Rad eines Eisenbahnwagens. Bedenkt man, daß es ein leichtes ist, die

Hufeisen beliebig magnetisch zu machen, so daß sie die Schiene anziehen, so wird es wohl schon Jedem klar werden, daß man nur immer ein Hufeisen, das von der Schiene noch entfernt ist, zu einem Magneten zu machen braucht, um zwischen der Schiene und dem Magneten eine Anziehung zu veranlassen, und diese Anziehung wird genügen, um das Rad in Drehung zu versetzen, bis die Pole des Magneten die Schiene wirklich berühren.

Würde man in diesem Augenblick diesem Hufeisen seine magnetische Kraft benehmen, so würde es sich wieder von der Schiene entfernen können, und machte man gleichzeitig das nächste Hufeisen magnetisch, so würde dieses wieder angezogen werden, die Drehung würde sich fortsetzen, bis auch die Pole dieses Hufeisens auf der Schiene liegen. Fährt man in dieser Weise fort, das heißt, macht man immer ein von der Schiene entferntes Hufeisen magnetisch und nimmt man ihm immer den Magnetismus, wenn es sich an der Schiene befindet, so muß das Rad in fortwährender Drehung bleiben. Es wird demnach auf der Schiene zu laufen anfangen und vorausgesetzt, daß man vier solcher Räder an einem Wagen anbrächte und sie auf Eisenbahnschienen stellte, so würde der Wagen in einem unausgesetzten Lauf verharren, in einem Lauf, der sich sogar fortwährend steigern würde und der zu einer Geschwindigkeit gebracht werden könnte, der für Lokomotiven nicht ohne Gefahr ist, weil jeder Kolbenstoß der Lokomotive, wie vorzüglich auch jetzt schon die Einrichtungen gemacht werden, diese erschüttert und angreift.

Allein auch diese Art ist immer noch eine sehr rohe und unvortheilhafte; denn man kann die Sache noch besser machen. Man kann z. B. alle Hufeisen, welche auf der Vorderseite des Rades liegen, immer magnetisch machen und ihnen den Magnetismus nehmen, wenn das Rad sich

gedreht, so daß nicht Ein Magnet, sondern mehrere Magnete zugleich den Lauf befördern.

Aber auch hier ließe sich noch eine Verbesserung anbringen. Man könnte nämlich über dem Rade auch noch ein Stück Eisen anbringen, welches das Rad nicht berührt, aber anziehend wirkt auf ein immer in seine Nähe kommendes Hufeisen, das man zu diesem Zweck magnetisch machte und so würde die Kraft sich wiederum steigern.

In Wahrheit aber ist all das nur höchst unvollkommen gegen die Einrichtungen, die man zu treffen im Stande ist durch das beliebige Umkehren der Pole der Magneten, wovon wir bereits im vorigen Abschnitt gesprochen hatten.

Man denke sich solch ein Rad mit einzelnen Hufeisen, und rings um das Rad eine nicht drehbare Kreisscheibe, auf welcher ebenfalls solche Hufeisen befestigt sind, aber so, daß die Pole dieser Hufeisen den Hufeisenpolen des Rades gegenüberstehen. Stellen wir uns nun vor, alle diese Hufeisen, sowohl die am Rade, wie die an der das Rad umgebenden Scheibe wären mit Metalldrähten umwickelt. Man wäre also im Stande, jede einzelne von ihnen beliebig magnetisch zu machen. Nun aber wissen wir auch, daß man dieses Magnetischmachen so betreiben kann, daß irgend ein Pol, der jetzt ein Nordpol ist, durch Umkehren des elektrischen Stromes zum Südpol gemacht wird.

Da dies bei jedem dieser Hufeisen der Fall ist, so brauchen wir daran nicht zu erinnern, daß immer der Nordpol und Südpol zweier Magneten sich anziehen, während Nordpol und Nordpol und ebenso Südpol und Südpol sich immer abstoßen.

Denken wir uns nun etwa am Rade zehn solcher Hufeisen; also zwanzig Pole und an der Kreisscheibe um

das Rad eben so viele Hufeisen mit zwanzig Polen, so ist es leicht einzusehen, wie man durch eine geschickte Leitung weniger Drähte es dahin bringen kann, daß allenthalben jeder Nordpol des Rades vor sich, das heißt nach der Richtung hin, wo es sich drehen soll, einen Südpol an der Kreisscheibe trifft. Da diese sich anziehen, so wird das Rad sich drehen. In dem Moment aber, wo der Nordpol des Rades gerade genau bis über den Südpol der Kreisscheibe gekommen ist, kehrt man den elektrischen Strom derart um, daß aus dem Südpol ein Nordpol wird und nun stößt dasselbe Stück Eisen, das früher das Rad zu sich gedreht hat, wieder nach der andern Seite ab, das heißt, es zwingt das Rad durch Abstoßung zu einer weiteren Drehung. — Es ist klar, daß solch eine Vorrichtung, wo vierzig Pole in Thätigkeit gesetzt sind, eine vierzigfache Kraft der Drehung hat, also wirksamer sein muß, als alle bisher geschilderten Versuche. —

In der That ist eine Maschine dieser Art von Jacobi in Petersburg aufgestellt worden, die auf der Neva ein Boot in Bewegung setzte. Die Verbesserungen, die Wagner in Frankfurt a. M. vorschlug, berechtigen auch zu Hoffnungen, so daß es feststeht, daß die elektromagnetische Kraft eine willkürliche Maschinenkraft ist. Nur an dem einen Punkte scheiterte die Ausbeute dieser Erfindungen, daß die Kosten zu bedeutend sind, also auf ein Praktischmachen bis zur Zeit, wo diese Schwierigkeit gehoben wird, noch Verzicht geleistet werden muß.

Desto glänzender ist der Erfolg gewesen, den man von der Anwendung der galvanischen Elektrizität auf die Telegraphie gemacht hat, und hiervon wollen wir im nächsten Abschnitt ein Näheres vorführen.

LVII. Die elektrischen Telegraphen.

Als man sich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts von der Geschwindigkeit überzeugt hatte, in welcher ein Draht, an der Elektrisirmaschine befestigt, durch seine ganze Länge elektrisch wird, selbst wenn der Draht viele Meilen lang ist, so dachte man sogleich daran, ihn zum Zeichengeben nach der Ferne zu benutzen. Wie sich's von selbst versteht, mußte solch ein Draht mit nicht leitenden Stoffen umsponnen werden, wie z. B. mit Seide, oder wie man es jetzt macht, mit Gutta=Percha, das man jedoch damals noch nicht kannte. Inzwischen war gerade dieses Umspinnen, dieses Einschließen des Drahtes oder was man das Isoliren nennt, damals die größte Schwierigkeit; jetzt versteht man dies schon so gut, daß man umsponnene Drähte käuflich erhält und es bei Beschreibung solcher Verrichtung gar nicht für nöthig hält, zu erwähnen, daß man immer, wenn von Drähten die Rede ist, nur umsponnene, isolirte Drähte meint.

Eine zweite Schwierigkeit lag darin, daß die Elektrisirmaschine ein sehr unzuverlässiges Instrument ist, da sie im vollen Maße nur wirkt, wenn die Luft trocken ist; bei feuchter Luft dagegen, welche Elektrizität zu stark ableitet, nur schwach wirksam ist, oder gar völlig versagt.— Endlich haben wir es bereits einmal erwähnt, daß man durch das bloße Elektrisiren eines Drahtes höchstens ein verabredetes Zeichen für eine bereits früher erwartete Thatsache geben kann, nicht aber verschiedene Zeichen zu geben vermag, die die Stelle von Worten vertreten könnten.

Als Volta die galvanische Säule erfunden hatte und man ihre Wirkung und hauptsächlich ihre größere Beständigkeit kennen lernte, ging man wieder daran, sie zum Zeichengeben nach der Ferne zu benutzen, aber die Vor-

schläge blieben unausführbar und traten, weil sie dürftig und unpraktisch waren, nicht ins Leben. Erst die große Entdeckung der Einwirkung des elektrischen Stromes auf Magnete führte zu einigen in's Leben eingreifenden Resultaten. Wir haben bereits erwähnt, daß eine Magnetnadel, die sonst immer mit der einen Spitze nach Norden, mit der andern nach Süden hinzeigt, von dieser Richtung abgelenkt wird, sobald sie in die Nähe eines Drahtes gebracht wird, durch welchen ein elektrischer Strom geht. Diese Ablenkung geschieht, je nachdem der Strom vom negativen oder vom positiven Pol der Batterie ausgeht, bald nach der einen, bald nach der andern Seite hin. Eine weitere Entdeckung zeigte ferner, daß, wenn man den Kasten, der eine Magnetnadel einschließt, etwa wie die Kästchen, in welchen man einen Kompas hat, mit Draht vielfach umwickelt, daß dann auch sehr schwache elektrische Ströme, die man durch den Draht leitet, eine Ablenkung der Magnetnadel bewirken. Dieses Instrument, das man zum Messen sehr schwacher Ströme der Elektrizität benutzt, weil es, gut eingerichtet, sehr empfindlich ist, wurde nun von zwei göttinger Gelehrten, von Gauß und Weber — zwei Männer, auf die Deutschland stolz zu sein Ursache hat, — benutzt, um damit zu telegraphiren. Die Zuckungen der Magnetnadel, die sofort nach rechts und links erfolgen, so oft man von der Ferne her durch die Drähte elektrische Ströme von den verschiedenen Polen aus fließen läßt, wurden als Alphabetzeichen benutzt und man war nun im Stande, wirklich zu telegraphiren, wie die Versuche im Kleinen auch erwiesen haben.

Aber wie es uns Deutschen in allen Dingen geht, so ging's auch hier. Wir erfinden und ersinnen viel; aber es dringt nichts in's Volk und wird nicht praktisch; höchstens interessirt sich eine wissenschaftliche Akademie oder

ein gekröntes Haupt für diese Dinge und belohnt den Erfinder und Denker mit einem leeren Titel und einem noch leereren Orden. Erst wenn die Dinge von England und Amerika praktisch und in Volk und Leben eingreifend gemacht werden, erst dann öffnet bei uns auch die Welt die Augen und wir nehmen dann das aus zweiter Hand auf, was wir aus erster Hand verschmäht hatten.

Gauß und Weber hatten bereits im Jahre 1833 ihre schöne Erfindung bekannt gemacht und Steinheil in München, ein Mann von unsterblichen Verdiensten für die Naturwissenschaft, machte wenige Jahre darauf die herrliche Entdeckung, daß man die Erde selber als Leiter für den galvanischen Strom benutzen kann, so daß man nicht zwei Drähte von einem Ort zum andern zu führen braucht, um zwischen ihnen hin und zurück telegraphiren zu können, sondern genug hat, wenn man an beiden Stationen die beiden Drahtenden an Metalltafeln anbringt und diese in die Erde, am besten in einen Brunnen steckt. — Das alles sind Entdeckungen deutscher Gelehrten: aber zur praktischen Wirksamkeit wurde die Telegraphie erst in England und Amerika gebracht.

Der Engländer Cooke und der berühmte Naturforscher Wheatstone griffen die Idee von Gauß und Weber auf und errichteten die in England noch jetzt gebräuchlichen Nadeltelegraphen, durch welche sie im Stande waren, Zeichen für sämmtliche Buchstaben wiederzugeben. Freilich sind diese Zeichen sehr beschränkt, denn es giebt für solche Nadelsprache nur zwei Bewegungen, die eine nach rechts und die andere nach links, je nachdem man den Strom vom negativen oder positiven Pol ausgehen läßt; aber durch Wiederholungen dieser Zeichen vermag man doch jeden Buchstaben des Alphabets zu bezeichnen, so daß diese Telegraphie noch jetzt in

England praktisch besteht, obwohl neue Erfindungen entschieden bessere Resultate geben. —

Von diesen neueren Erfindungen ist die erste wieder eine deutsche, und zwar gebührt die Ehre unserer Stadt Berlin, deren Mitbürger Siemens und Halske die vortrefflichen Buchstaben-Telegraphen erfunden haben.

LVIII. Die Telegraphen von Siemens und Halske.

Die Telegraphen, wie sie unsere Mitbürger Siemens und Halske erfunden und ausgeführt haben, besitzen den Vorzug vor den englischen Telegraphen, daß sie wirkliche Buchstaben bezeichnen, ganze Worte und Sätze telegraphiren, und dadurch so vollständig sind, wie man es nur wünschen kann. Ein zweiter Vorzug besteht darin, daß an dem Telegraphen ein Wecker angebracht ist, der so lange klingelt, bis der Telegraphist, der eingeschlafen ist oder sich aus dem Zimmer entfernt hat, es hört und den Apparat in den Stand setzt, seine Botschaft zu beginnen. Endlich haben die genannten Künstler auch noch einen Druck-Apparat erfunden, der so beschaffen ist, daß eine Nachricht, die in Paris aufgegeben wird, in Berlin buchstabenweise sich selber druckt.

Um unsern Lesern eine Beschreibung von all' dem zu geben, müßten wir sehr viel Raum in Anspruch nehmen. Wir können, wie sich's von selbst versteht, nur die Hauptsachen dieser sinnreichen Einrichtung hier vorführen, und müssen zufrieden sein, wenn dies hinreicht, die Leser zu überzeugen, daß all' die Wunder der Telegraphie nicht Zauber, sondern sinnreiche Benutzung der geheimen Kräfte der Natur sind.

Der Buchstabentelegraph von Siemens und Halske ist gegründet auf die Eigenschaft des elektrischen Stromes, Eisen in einen Magneten zu verwandeln, sobald der Strom durch einen um das Eisen gewickelten Metalldraht geht.

Nehmen wir des Beispiels halber an, daß zwischen Berlin und Paris eine solche Telegraphie eingerichtet ist, so wird man sich die einfachste Vorstellung davon machen können, wenn man sich Folgendes denkt.

In Berlin ist eine galvanische Batterie aufgestellt. Der Draht des einen Pols geht in die Erde zu einer Metalltafel, die in einen Brunnen hineingesteckt wird. Der Draht des zweiten Pols geht über der Erde auf Stangen gezogen bis nach Paris. In Paris ist nun im Telegraphenzimmer ein Hufeisen auf dem Tisch angebracht, das mit umsponnenem Draht umwunden ist. Das eine Ende des Drahtes wird nun an dem berliner Leitungsdrahte befestigt, das andere Ende desselben ist gleichfalls in die Erde eingesenkt wie in Berlin. — Wir wissen nun bereits, daß unter diesen Umständen die galvanische Kette geschlossen ist und daß das Hufeisen in Paris durch den elektrischen Strom, der den Draht durchläuft, ein Magnet wird. Denken wir uns nun, daß in seiner Nähe ein Stück Eisen angebracht ist, so wird dieses Stück Eisen von dem Magneten angezogen.

Nun ist es aber für den Telegraphisten in Berlin ein Leichtes, die Kette zu öffnen. Er braucht nur seinen Draht ein wenig von dem Apparat zu entfernen, und sofort ist der Strom unterbrochen, der Magnet in Paris verliert im selben Augenblick seine Kraft und läßt das Eisen fallen. Legt er hierauf wieder den Draht an den Apparat, so erhält der Magnet in Paris wieder seine Kraft und zieht wiederum das Eisen an. Der Telegraphist in Berlin kann das so schnell wiederholen, wie er nur vermag;

das Eisen in Paris, das in der Nähe des Hufeisens angebracht ist, wird jedesmal bei der Schließung der Kette angezogen und bei der Oeffnung abfallen, so daß bei recht schnellem wiederholtem Schließen und Oeffnen in Berlin ein Stück Eisen in Paris in einer fortwährenden Hin- und Herbewegung erhalten werden kann.

Auf dieses bereits früher bekannte Grundprinzip gründeten die Mechaniker Siemens und Halske folgende sinnreiche Einrichtung. Das Stück Eisen, welches in der Nähe des Hufeisenmagneten in Paris aufgestellt ist und welches Eisen wir fortan immer den Anker nennen wollen, ist von einer schwachen Feder vom Magneten zurückgehalten. Wenn der Magnet seine Kraft durch den elektrischen Strom bekommt, so ist er im Stande, trotz der Feder den Anker anzuziehen. Aber im Moment, wo er dies thut, löst der Anker durch seine Bewegung zum Magneten die galvanische Kette. Der Magnet also verliert wieder im Augenblick seine Kraft und die Feder zieht den Anker zurück. Gerade jedoch dieses Zurückspringen des Ankers schließt wieder die galvanische Kette. Der Magnet bekommt dadurch wieder seine Kraft und der Anker wird angezogen. Dies jedoch bewirkt wiederum das Oeffnen der Kette, wodurch der Magnet die Kraft verliert und wieder die Feder den Anker zurückzieht. Dies bewirkt wieder das Schließen der Kette, wodurch der Anker wieder zum Magneten hinfliegt. — Und nun geht dies so fort, daß der Anker außerordentlich schnell immerfort hin- und herfliegt und in einer Art zitternder Bewegung begriffen ist zwischen dem Magneten und der Stelle, wo ihn die Feder zurückhält.

Man muß sich nicht die Vorstellung machen, als ob der Raum, den der Anker hin- und herläuft, groß wäre. Es ist der Raum, auf dem der Anker seine unruhige Hin-

und Rückfahrt macht, kaum breiter als ein Messerrücken. Dieses Hin- und Herfliegen geschieht mit solcher Schnelligkeit, daß der Anker ein Schnurren verursacht, wie man es beim Aufziehen einer Uhr hört, und seine Fahrt so geschwind vollführt, daß man ihm kaum mit den Augen folgen kann.

Gerade aber dieser Anker und sein Hin- und Herfliegen auf dem kleinen Raum ist die Hauptsache, denn dieses Hin- und Herspringen setzt ein kleines Räderwerk in Bewegung, und auf dem Zapfen eines Rades ist ein Zeiger angebracht, der, so lange der Anker hin- und herfliegt, sich schnell in der Runde bewegt wie der Zeiger einer außerordentlich schnell laufenden Uhr.

Wir sehen also, daß der Telegraphist in Berlin einen Zeiger in Paris in Umlauf versetzen und durch Unterbrechen der Kette zum Stillstand bringen kann!

Indem aber der berliner Telegraphist im Stande ist, den Zeiger eines Räderwerkes in Paris in Bewegung zu setzen, vermag er auch alle beliebigen Worte nach Paris zu telegraphiren.

Der Zeiger nämlich ist so angebracht, daß er bei seinem Rundlauf mit der Spitze einen Kreis berührt, auf welchem der Reihe nach das ganze A. B. C. und sämmtliche Zahlen von 1 bis 9 und einige übliche Schreibezeichen angebracht sind. Bevor die Telegraphie anfängt, stellt der pariser Telegraphist diesen Zeiger immer auf den Punkt, nach welchem das Alphabet anfängt. Im Augenblick, wo der berliner Telegraphist die Kette schließt, weiß er also, daß der Zeiger in Paris zu laufen anfangen wird; da er ihn aber durch das Oeffnen der Kette sofort zum Stillstehen bringen kann, so läßt er ihn laufen, bis der Zeiger an dem Buchstaben ankommt, den er telegraphiren will und unterbricht nun die Kette in Berlin

und sofort macht der Zeiger in Paris an dem betreffenden Buchstaben ein wenig Halt! Der pariser Telegraphist weiß nun, daß dies der erste Buchstabe der Depesche ist; er notirt also denselben auf einem Zettel. Während dem aber schließt der berliner Telegraphist wieder die Kette, der Zeiger läuft weiter und bleibt nun bei dem zweiten Buchstaben der Depesche stehen, und so geht es fort, bis die ganze Depesche fertig ist.

Freilich wird hier der Leser fragen: Wie kann der berliner Telegraphist es so genau berechnen, ob der Zeiger in Paris auch auf dem gewünschten Buchstaben stehe? Sollte er sich nicht irren und ihn einmal zu viel oder einmal zu wenig laufen lassen? Gewiß würde dies der Fall sein. Aber dafür ist ganz vortrefflich gesorgt.

Wir haben der Einfachheit wegen angenommen, daß der galvanische Apparat in Berlin und der Magnet mit dem Anker und dem von dessen Bewegung getriebenen telegraphischen Apparat in Paris steht. In Wahrheit aber ist es anders. Es befindet sich in Berlin ebensogut ein Magnet sammt Anker und telegraphischem Apparat wie in Paris, und in Paris ist ebenfalls ein galvanischer Apparat, wie in Berlin angebracht. All' dies steht so in Verbindung und ist so geschickt und akkurat durch mechanische Vorrichtungen eingerichtet, daß beide telegraphischen Apparate, der in Berlin wie der in Paris, ganz genau gleichen Gang haben und die Zeiger, wenn sie nur richtig vor dem Telegraphiren auf den Punkt vor dem A gestellt worden sind, netto immer auf demselben Buchstaben stehen. Der berliner Telegraphist sieht also seinen Apparat und dessen Zeiger und weiß in jedem Augenblicke ganz genau, wo der pariser Zeiger steht. Ja, die Einrichtung ist noch viel schöner und interessanter, denn an dem berliner Apparat ist an jedem Buchstaben ein kleiner Drücker

angebracht, der, wenn er niedergedrückt wird, den Zeiger bei dem Buchstaben anhält und somit zugleich den Strom der Kette unterbricht; dadurch aber bleibt der pariser Zeiger auch an dem Buchstaben stehen und verharrt so lange bei ihm, bis der berliner Telegraphist den Drücker losläßt und seinen und den pariser Zeiger weiter laufen läßt zum zweiten Buchstaben.

Das Interessanteste bei diesem Apparat ist, daß das eigentliche Telegraphiren mit demselben ein reines Kinderspiel ist. Der Telegraphist legt seinen Draht an den galvanischen Apparat an und somit ist die galvanische Kette geschlossen und sofort fängt der Zeiger an, mit schnarrendem Geräusch zu laufen. Man kann ihn so eine ganze Weile laufen lassen, er geht an allen Buchstaben vorüber und stellt sich bei keinem hin. Will man nun die Depesche anfangen und zum Beispiel das Wort Berlin telegraphiren, so braucht man nur mit dem Finger den Drücker bei B. niederzudrücken und der Zeiger muß bei diesem Buchstaben sowohl in Berlin wie in Paris Halt machen. Dann läßt man den Drücker los und der Zeiger läuft weiter und man kann ihn auch jetzt wieder, so oft man will, in der Runde laufen lassen, bis man das E. aufgefunden und den Drücker dieses Buchstaben niedergedrückt hat: der Zeiger wird anhalten, sobald er hier ankommt. Und so geht es fort von Buchstabe zu Buchstabe, so daß selbst der ungeübteste, ja jedes gewöhnliche Kind das es einmal mit ansieht, den Telegraphen handhaben kann. Der geübte Telegraphist wird alles nur geschwinder, aber keineswegs richtiger machen, wie jeder Knabe, der richtig schreiben kann. Und das ist ein außerordentlicher Vorzug dieser Telegraphen-Einrichtung.

Wie sich's von selbst versteht, können wir nicht alle Feinheiten des Apparats hier vorführen; aber eine Ein-

richtung, die wir bereits erwähnt haben, die Einrichtung des Weckers ist zu interessant, um sie mit Stillschweigen zu übergehen.

Wir haben es bereits gesagt, daß, bevor die telegraphische Depesche anfängt, immer erst ein Glöckchen im Apparat so lange klingelt, bis der Telegraphist, an den die Depesche gerichtet ist, anzeigt, daß er bereit sei zu hören, was ihm der Telegraphist erzählen will. Diese Wecker-Einrichtung ist durch folgende höchst einfache und interessante Vorrichtung zu Stande gebracht.

Wir wissen nun schon, daß eigentlich zwei Batterien, die eine auf der einen und die andere auf der anderen Station angebracht, beim Telegraphiren in Thätigkeit sind. Beide Batterien sind, wie sich's von selbst versteht, doppelt so stark, wie eine von ihnen. Nun ist die Vorrichtung so getroffen, daß, um den Zeiger in Umlauf zu setzen, durchaus beide Batterien thätig sein müssen, dahingegen genügt schon die Kraft einer Batterie, um eine kleine Glocke klingeln zu lassen. — Will nun der berliner Telegraph sprechen, so setzt er seine Batterie in Thätigkeit; aber diese kann nur die Glocke in Thätigkeit setzen. Diese klingelt in Berlin und in Paris nun in einem fort ohne Aufhören, bis der Pariser Telegraphist auch seine Batterie einschaltet; jetzt fängt der Zeiger an zu laufen und der berliner Telegraphist merkt daran, daß man ihm von Paris her zuruft: „Der Herr Berliner hat das Wort!“ und somit sagt er sein Stückchen her.

LIX. Die Schreibe-Telegraphen.

Wir bedauern recht sehr, den allervorzüglichsten Theil der Telegraphen-Einrichtung unserer verdienstvollen Mit-

kürzer Siemens und Halske hier nicht genau beschreiben zu können, weil dieser Theil in der That sehr kunstvoll gearbeitet ist und ohne Modell oder Zeichnung nicht gut verstanden werden kann. Dieser vorzügliche Theil des Telegraphen ist im vollen Sinne des Wortes eine kleine Druckerei, deren Einrichtung so getroffen ist, daß durch die magnetisch-elektrische Kraft kleine Stempel, auf welchen die Buchstaben ausgeschnitten sind, in die Höhe gepreßt, mit Druckerschwärze gefärbt und gegen einen in Fortbewegung begriffenen Streifen Papier gedrückt werden, so daß sich damit eine telegraphische Depesche Buchstabe um Buchstabe selber abdruckt.

Es klingt dies fast unglaublich; aber in Wahrheit, es ist so, und man kann sich jetzt durch den Augenschein überzeugen, daß man im Stande ist, durch einen Fingerdruck in Berlin jeden beliebigen Buchstaben in Paris gegen einen Papierstreifen zu pressen und dort eine Depesche derart zu drucken, daß der pariser Telegraphist sie fertig vorfindet und sie nur abzulesen braucht. Mit Recht wird in dem Bericht der Akademie der Wissenschaften in Paris diese Erfindung eine der sinnreichsten und herrlichsten unseres Jahrhunderts genannt.

Ob die berliner Akademie der Wissenschaften es der Mühe werth hielt, sich über diese Erfindung einen ordentlichen Bericht von einem dazu ernannten Mitgliede abstatten zu lassen, wissen wir nicht. Die pariser Akademie, ein Institut, das sein Augenmerk auf alles richtet, was in der Welt Bedeutsames vorgeht, und sich nicht damit begnügt, daß sich die geehrten Herren Mitglieder gegenseitig Bruchstücke eigener Weisheit vorlesen, hat direkt einen Berichterstatter nach Berlin gesandt, um von dieser verdienstvollen Erfindung in genaueste Kenntniß gesetzt zu werden.

Würden die Herren Siemens und Halske Franzosen oder gar Engländer gewesen sein, so würden diese Staaten einen Ruhm darin gesucht haben, deren Telegraphen-Einrichtung durch das ganze Reich einzuführen. Wir Deutschen aber sind zu bescheiden zu solcher Selbstachtung und so sind denn diese Buchstaben-Telegraphen bei uns nur sehr wenig eingeführt. Sie existiren nur auf einzelnen Eisenbahnen und sind bei den Telegraphen angewandt worden, die hier in der Stadt vom Polizeipräsidium aus nach allen einzelnen Feuerwachen und Schutzmanns-Abtheilungen gelegt sind.

An den großen Linien der Staatstelegraphen sind die Schreibetelegraphen des Nordamerikaners Morse in Anwendung gebracht worden. Die Einrichtung dieses Telegraphen ist wesentlich verschieden von der oben angeführten. Er ist weder so sinnreich, noch so leicht zu handhaben. Man bedarf zu seiner Benutzung besonders unterrichteter Telegraphisten, welche die eigenthümliche Art zu schreiben und das Geschriebene zu lesen verstehen; aber er hat Vorzüge, die hoch angeschlagen werden müssen und diese bestehen darin, daß das Werk sehr einfach ist und jede Depesche sich selbst auf einem Papierstreifen produzirt, den der Telegraphist nur zu lesen braucht, ohne während der Thätigkeit des Telegraphen irgend welche Aufmerksamkeit darauf zu richten. Der Siemens- und Halske'sche Apparat ist gerade durch seine sinnreiche Zusammenstellung mehreren Reparaturen ausgesetzt, ferner hat er den Nachtheil, daß jede auch nur kleine Abweichung, welche die gleichen Apparate auf jeder Station haben, störend wirkt. In diesem Sinne ist der amerikanische Telegraph wirklich amerikanisch, das heißt sehr praktisch eingerichtet.

Wenn man wieder annimmt, daß es sich um das Tele-

graphiren zwischen Berlin und Paris handelt, so kann man sich durch Folgendes eine leichte Vorstellung der Einrichtung des Morse'schen Telegraphen machen.

In Berlin ist eine galvanische Batterie aufgestellt, deren einer Pol in die Erde hineingesteckt wird; der andere wird mit einem gut überzogenen Draht bis nach Paris geleitet. Dort befindet sich ein Stück Eisen, das mit Draht umwickelt ist, dessen eines Ende an den Leitungsdraht befestigt wird und dessen anderes Ende wieder in die Erde gesteckt ist. Wer wissen nun schon, daß durch den elektrischen Strom, der in Berlin erregt wird, sofort das Eisen in Paris magnetisch wird, und daß es diesen Magnetismus verliert, sobald die Kette in Berlin unterbrochen wird. Nun ist in Paris folgende Einrichtung getroffen. Ueber dem aufrecht stehenden Magneten schwebt auf einem kleinen Wagebalken ein eiserner Stab, den wir wieder den Anker nennen wollen; an der einen Seite des Wagebalkens aber ist eine schwache Feder angebracht, die es bewirkt, daß der Anker immer ein kleines Stückchen von dem Magneten entfernt wird, wenn der Strom unterbrochen ist.

Es läßt sich denken, daß jedesmal, wenn der Magnet seine Kraft bekommt, der Anker auf der einen Seite des Wagebalkens niedertaucht, um den Magneten zu berühren; dadurch hebt sich aber ganz natürlich die andere Seite des Wagebalkens. Nun ist auf dieser andern Seite ein kleiner Stift angebracht von der Dicke einer Stricknadel. Der Stift steht aufrecht und versetzt einer über ihm angebrachten Rolle immer einen Stoß, so oft der Anker von dem Magneten angezogen wird. Zwischen diesem Stift aber und der Rolle, auf welche er aufschlägt, sobald der elektrische Strom im Gang ist, wird durch ein ganz gewöhnliches Walzwerk, das von einem

Gewicht im Gang gehalten wird, ein Streifen Papier durchgezogen, so daß bei dem jedesmaligen kleinen Stoß, den der Stift auf die Rolle thut, der Streifen einen Punkt bekommt, der sehr deutlich sichtbar ist. — Sobald aber der Magnet längere Zeit magnetisch erhalten wird, also der Stift längere Zeit an die Rolle drückt, erhält der zwischen Rolle und Stift sich fortschiebende Streifen Papier, wie sich's von selbst versteht, einen Strich.

Man kann also von Berlin aus auf den pariser Apparat so einwirken, daß man auf einem dort existirenden Papierstreifen Punkte und Striche machen kann, und wir werden nun zeigen, wie dieses einfache Mittel ausreicht, vollständige telegraphische Depeschen zu übersenden.

Wir haben der Einfachheit wegen zwar gesagt, daß der eine Draht der galvanischen Batterie ohne Weiteres in die Erde geleitet ist. Dies ist aber nicht ganz der Fall. Es ist vielmehr so eingerichtet, daß der Draht erst nach einer kleinen Holzplatte geht, die auf dem Tische liegt und woselbst der Draht endet. Ueber dem Ende des Drahtes aber ist ein kleiner metallener Knopf angebracht, der mit dem Finger niedergedrückt werden kann, und erst von diesem Knopf aus geht ein Draht bis in die Erde. Alles dies ist nun so eingerichtet, daß, wenn man mit dem Finger auf den Knopf drückt, dieser den Draht berührt und sofort die Leitung nach der Erde herstellt und somit die Kette schließt. Die Kette bleibt geschlossen, so lange man den Knopf niederdrückt; sobald man jedoch den Fingerdruck nachläßt, wird der Knopf durch eine Feder in die Höhe gerichtet und die Kette ist wieder unterbrochen.

Und nun kann das Telegraphiren losgehen, wobei wir nur noch das Eine sagen wollen, was sich eigentlich von selbst versteht, daß in Berlin auch solch ein Apparat da

ist, wie in Paris und in Paris eben solch eine Batterie wie in Berlin.

Der berliner Telegraphist tippt mehreremale mit dem Finger auf den Knopf, sofort wird der Magnet in Paris im selben Augenblick den Anker mehreremale anziehen und loslassen und der Stift wird zu gleicher Zeit mehreremale an die Rolle tippen. Dies verursacht in Paris ein leichtes Klappern, das der pariser Telegraphist versteht, denn es heißt so viel wie: „ich bitte um's Wort."

Nun setzt der pariser Telegraphist erst seinen Papierstreifen zwischen Stift und Rolle in Lauf und tippt ebenfalls ein paarmal auf den Kopf. Dies verursacht in Berlin einen gleichen Lärm und der berliner Telegraphist versteht dadurch, daß sein Herr Kollege ihm das Wort giebt.

Das Wort? — daß ist freilich leicht gesagt; aber wie soll da ein Wort zu Stande gebracht werden? — Jedesmal, wenn der berliner Telegraphist auf den Knopf tippt, entsteht freilich in Paris auf dem Papierstreifen ein Punkt; läßt der berliner Telegraphist den Finger länger auf dem Knopf verweilen, so drückt der Stift in Paris länger gegen die Rolle und der sich zwischendurchziehende Papierstreifen erhält einen Strich. Was aber soll man mit Punkten und geraden Strichen anfangen?

Wir werden sehen, daß man recht viel damit anfangen kann. Der praktische Amerikaner Morse, der im Jahre 1832 über seinen Apparat zu sinnen anfing, hat bereits im Jahre 1837 die ganze Geschichte fertig gemacht und dabei gezeigt, daß es ein leichtes ist, das ganze A. B. C. durch höchstens fünf Zeichen, aus Strichen und Punkten darzustellen. Nach Morse's Schreibart, die jetzt in Preußen, Oestreich, der Schweiz und ganz Amerika eingeführt ist, besteht ein a aus einem Punkt und einem Strich, ein

h aus einem Strich und drei Punkten u. s. w., so daß statt der folgenden Buchstaben der Telegraph die beistehenden Zeichen macht: a [. —] b [— . . .] c [— . — .] d [— . .] e [.] f [. . — . .] g [— — .] h [. . . .] ꝛc.

In dieser Weise macht nun der Telegraphist durch einmaliges Auftippen auf den Knopf einen Punkt; durch Verweilen des Fingers auf dem Knopf einen Strich, und so vermag er Buchstaben zusammenzusetzen und ganze Worte daraus zu bilden.

Freilich ist dies nicht einfach, wie das Telegraphiren beim Siemens- und Halske'schen Apparat; aber durch gute Uebung lernt man doch vortrefflich sowohl in dieser Weise schreiben, wie das Geschriebene lesen. Es versteht sich von sebst, daß zwischen einem Buchstaben und dem andern ein kleiner leerer Raum und zwischen einem Wort und dem andern ein größerer Raum gelassen wird, so daß sich Buchstabe von Buchstabe und Wort von Wort ziemlich getrennt hält. Wie weit man es bereits in der Uebung gebracht hat, davon kann man schon schöne Proben vorlegen. Das Telegraphiren geht jetzt schon so schnell, daß dem Ungeübten dabei Hören und Sehen vergeht und das Lesen der Depeschen geschieht mit solcher Geschwindigkeit, als ob man gedruckte Papierstreifen vor sich hätte.

Was den Morse'schen Apparat besonders beliebt macht, ist, daß er eine vortreffliche Kontrole des Dienstes gestattet. Beim Buchstabentelegraph von Siemens und Halske kommt der Fall oft vor, daß sich Irrthümer einschleichen. Der Telegraphist, der die Depesche absendet, schiebt den Irrthum auf den Empfänger, daß dieser falsch gelesen. Dieser schiebt den Fehler auf den Absender und zuweilen haben beide nicht Schuld, sondern es liegt an einer kleinen Abweichung in der Beschaffenheit beider Apparate. All'

das, was den Dienst unsicher macht und oft die schwersten Uebel aus irrthümlichen Nachrichten nach sich ziehen kann, ist durch den Morse'schen Apparat vermieden, da dieser im Papierstreifen ein Aktenstück hinterläßt, was aufbewahrt wird, und woraus irgend ein Irrthum sich sofort aufklären läßt.

LX. Berichtigung einer zu weit getriebenen Theorie über die elektrische Ausgleichung.

Wir haben noch einige der interessantesten Anwendungen der elektromagnetischen Kraft unsern Lesern vorzuführen. Bevor wir dies jedoch thun, haben wir die Pflicht, von einem besonderen Umstand zu sprechen, der selbst gut unterrichtete Köpfe zu sonderbaren, weitgetriebenen Vorstellungen verleitet.

Wir haben nämlich bereits erwähnt, wie der deutsche Naturforscher Steinheil in München die folgenreiche Entdeckung gemacht hat, daß man beim Telegraphiren nicht zwei Drähte von einem Ort zum andern zu leiten braucht, sondern daß es ausreicht, wenn man auf jeder Station das eine Ende des Drahtes in die Erde steckt und so die Erde selber als Leitungsdraht benutzt. Wir haben auch angeführt, daß man das eine Ende des Drahtes am besten in einen Brunnen steckt, weil eben alle Gewässer der Erde in Zusammenhang stehen und so eine ununterbrochene Leitung der Elektrizität bilden.

Dieser Umstand aber hat zu den sonderbarsten Irrthümern Veranlassung gegeben und eine wahrhaft komische Vorstellung gangbar gemacht von dem, was im Innern der Erde hierbei vorgeht und vorgehen soll. Nicht nur in gebildeten Unterhaltungen, sondern auch in wahr-

haft vortrefflichen Büchern sieht man die Behauptung aufgestellt, daß der elektrische Strom von einem Ort zum andern durch den Draht geht und daß er durch die Erde wieder zum ersten Ort zurückkehrt. Diese Vorstellung, die so wunderbar klingt, daß der Uneingeweihte Mund und Augen vor Staunen aufreißt, ist schon so allgemein geworden, daß in dem sonst so vortrefflichen Lehrbuch der Physik von Pouillet-Müller sogar eine Abbildung des Stromes angegeben ist, wie derselbe in der Richtung abgeschossener Pfeile von Köln nach Aachen durch den Draht geht und im Innern der Erde durch rücklaufende Pfeile angedeutet, wieder von Aachen nach Köln zurückkehrt.

Wir halten es für unsere Pflicht, irrthümlichen Auffassungen dieser Art entgegenzutreten. Wir meinen, daß es genug des Unerklärlichen, Räthselhaften und Geheimnißvollen in den Kräften der Elektrizität giebt und daß man nicht zu Liebe der wundersüchtigen Welt noch irreführende Darstellungen mit in's Spiel bringen sollte.

Gesetzt, man telegraphirt durch einen Draht von Berlin nach Paris, so hört man mit Staunen behaupten, daß der Strom wieder von dem einen Brunnen in Paris, wo das eine Polende steckt, durch die Erde direkt durchläuft nach Berlin und zwar dahin, wo im berliner Brunnen das andere Polende steckt. Fragt man: woher weiß denn der Strom so genau den Weg bis Berlin, da die Erde ja allenthalben hinführt, so antwortet man durch Achselzucken der Verwunderung. Gäbe es nun in der Welt weiter kein Polende, das in einem Brunnen steckt als das berliner, so ließe sich die Sache noch durch eine freilich fabelhafte Anziehung dieses Polendes erklären; aber es giebt jetzt unendlich viele solcher Pole in der Welt, ja in Berlin selber stecken eine ganze Masse solcher

Pole in Brunnen und nun erkläre es Einer, warum der Strom von Paris, wenn er richtig weiß, daß er eigentlich ein geborener Berliner ist und zurück muß, sich nicht einmal irrt und statt nach dem Postgebäude nach dem Polizei-Präsidium oder irgend einem Eisenbahnhof läuft, wo solche Pole eben so empfangsbereit in Brunnen liegen?

Hierdurch allein sollte man schon auf den Gedanken kommen, daß hier eine irrthümliche Vorstellung obwaltet, und in Wahrheit ist es auch so. — Wir wollen deshalb dies hier näher beleuchten und diese Vorstellung auf ihr wahres Maß zurückführen.

Es ist eine ganz richtige Beobachtung, daß der elektrische Strom stockt, sobald die negative Elektrizität vom Kupferende nicht zu der positiven des Zinkendes gelangen kann, das heißt, wenn sich die Elektrizitäten nicht ausgleichen und einander zu vernichten im Stande sind. Der Grund davon ist folgender. Von der elektrischen Batterie strömt aus dem Zink positive und aus dem Kupfer negative Elektrizität aus. Befestigt man Drähte an die Metalle, so nehmen auch diese die entsprechende Elektrizität an; aber da die Elektrizitäten nicht abfließen können, bewirkt dies sofort ein Stocken an den Enden der Drähte, das rückwirkt auf die Batterie und zur Folge hat, daß sich keine neue Elektrizität entwickelt. — Bringt man aber mittelst der Drähte die Pole der Batterie in Berührung, so vereinigen sich vermöge ihrer gegenseitigen Anziehungskraft die getrennten Elektrizitäten, die positive und negative Elektrizität verbinden sich und heben sich gegenseitig auf. Es wird also gewissermaßen Platz für neue Ströme, und darum kann sich immerfort Elektrizität entwickeln und die Batterie ist in fortwährender Thätigkeit.

Dies ist nun der Fall, wenn die Drähte der Pole sich direkt berühren. Steckt man sie aber in die Erde, so tritt noch etwas anderes dazu. Die Erde ist so ungeheuer groß, daß sie eine ungeheure Portion ebenso von negativer Elektrizität wie von positiver in sich aufnehmen kann, bevor sie rückwirkt auf die Batterie und sie in's Stocken bringt. Die Abstoßung, welche die negative Elektrizität auf sich selber ausübt, wird erst dann auf den Apparat wirken können, wenn die ganze große Oberfläche der Erde ähnlich wie eine Sammelkugel der Elektrisiermaschine mit negativer Elektrizität geladen ist, und das will viel sagen! — Ganz dasselbe ist mit der positiven Elektrizität der Fall, wenn man ihr solch' einen ungeheueren Raum bietet zum Abfließen wie die Erde. — Nun ist es schon ganz richtig, daß in der Erde die Elektrizitäten sich ausgleichen und darum wird auch die Erde nicht von irgend einer Elektrizität geladen werden; aber diese Ausgleichung geschieht nicht wie im Draht durch unmittelbares Uebergehen der einen Elektrizität zur andern, sondern die Ausgleichung erfolgt auf und in der gesammten Erdkugel und deshalb, weil sie eben so ungeheuer groß ist und sehr viel von Elektrizität verschlucken kann, bringt sie die Batterie nicht ins Stocken, selbst wenn der elektrische Strom von Paris nicht sofort und direkt den Weg nach dem berliner Postgebäude findet.

LXI. Die elektromagnetischen Uhren.

Noch eine interessante Anwendung hat man von dem elektrischen Strom gemacht, die zwar im bürgerlichen Leben nur eine Annehmlichkeit bietet, aber in wissenschaftlicher Beziehung von der größten Wichtigkeit ist. Wir

meinen die Herstellung elektrischer Uhren durch Elektromagnetismus.

Es giebt gewiß Tausende von Menschen, die es zwar wissen, daß ihre Uhren nicht ganz genau gehen, die aber nicht ahnen, wie sie in solchem Falle zu richtig gehenden Uhren kommen, oder auf welche Weise ihre Uhr gestellt oder reparirt werden kann.

Zwar ist es Jedem bekannt, daß man die Uhr nur zum Uhrmacher zu bringen braucht, um das Werk reinigen oder ausbessern zu lassen; woher kommt aber der Uhrmacher zu einer richtig gehenden Uhr, um nach dieser die gereinigte und reparirte Uhr zu stellen?

Diese Frage wird vielleicht wieder Vielen sehr sonderbar vorkommen, da sie wohl voraussetzen, daß jeder ordentliche Uhrmacher eine Uhr haben müsse, auf welche er sich verlassen könne, daß sie in einem Tage um keine Sekunde falsch geht. — Aber gesetzt, es besäße jeder Uhrmacher solch' ein Werk, woher weiß er, daß es nicht eines schönen Tages doch einmal einen kleinen Fehler bekommt, sei es durch Hitze, sei es durch Kälte, sei es beim Aufziehen, oder auch nur durch die Abnutzung oder Reibung während des Ganges?

Die Antwort auf all' diese Fragen ist einfach die, daß in Wahrheit kein Uhrmacher in der Welt sich wirklich auf seine Uhr verläßt, sondern sich an der nächsten Sternwarte von dem beobachtenden Astronomen stets sagen läßt, was die Glocke geschlagen hat.

Es giebt nur Eine wirklich richtig gehende Uhr, die keiner zu repariren braucht und die auch Niemand aufzieht, deren Meister sich nicht sehen läßt und deren Triebwerk sogar bisher völlig unbekannt ist, obgleich wir auf dieser ewig gehenden Uhr herumwandeln von der ersten Stunde unseres Wandellebens und in das Gehäuse dieser Uhr

eingebettet werden, nachdem unsere Lebensuhr abgelaufen ist, und diese einzig richtig gehende Uhr ist die Erde.

Die Erde dreht sich in einer Zeit, die wir vier und zwanzig Stunden nennen, um ihre Axe und nach dieser Zeit, nach der Zeit dieser Uhr theilen wir unsere Zeit, unsere Lebenszeit ein. Nach dieser Naturuhr stellen wir unsere künstlichen Uhren. Würde diese Uhr still stehen, so würde unsere Zeit mit all' den Meßwerken der Zeit, mit all' den künstlichen Uhren, sammt Allen, die nach ihrem Gange ihr Leben abmessen, dahin sein. — Zum Glück für uns geht aber diese einzige Hauptuhr sehr genau und sehr richtig und zwar so richtig, daß sie nachweisbar in den letzten zweitausend Jahren nicht den zehnten Theil einer Sekunde falsch gegangen ist.

Mit einem Worte: alle unsere Uhren werden nach der Umdrehung der Erde regulirt und diese Umdrehung der Erde wird alltäglich auf den Sternwarten auf's allersorgsamste und genaueste durch das sogenannte Mittags-Fernrohr beobachtet, und erst nach dieser Beobachtung wird die künstliche Hauptuhr der Sternwarte gerichtet, welche sodann die sichersten Zeitangaben macht, um nach ihr die sogenannten bürgerlichen Uhren sammt und sonders zu stellen.

Die am richtigsten gehende astronomische Uhr in Berlin ist die Uhr auf der berliner Sternwarte, die ein vorzügliches Kunstwerk unseres Mitbürgers und Künstlers, des Uhrmachers Tiede ist. Nach dieser Uhr wird die am richtigsten gestellte bürgerliche Uhr Berlin stets regulirt, welche am Gebäude der berliner Akademie sich befindet und nach welcher sich alle Uhrmacher richten, wenn ihre Uhren zweifelhaften Ganges werden.

So war es bisher, und so ist es noch; aber seitdem man die magneto-elektrische Kraft in all ihren Anwen-

— 8 —

meinen die Herste[illegible] kennen lernen, hat man bereits magnetismus. [illegible] gefangen, dieses erhabene Zeichen

Es giebt ge[illegible] zum Bezeichnen unserer Zeit zu benutzen, wissen, daß [illegible] gesagt: man hat auch elektromagnetische nicht ahne[illegible] gestellt. Uhren [illegible] Die Einrichtung ist so getroffen, daß nur eine einzige oder [illegible] deren Gang äußerst sorgfältig regulirt wird, [illegible] ein wirkliches Uhrwerk besitzt, während unendlich viele Uhren durch die ganze Stadt oder durch das ganze Land vertheilt, nur eigentlich Zifferblätter sind, die ein Hufeisen verbergen, das mit Draht umwunden ist, und durch welches vermittelst Leitungsdrähten ein elektrischer Strom erzeugt wird, der das Eisen zum Magneten macht. So oft dies geschieht, wird an jeder dieser Uhren ein kleiner Anker in der Nähe angezogen und dadurch ein Rad um einen Zahn weitergedreht. Da nun auf der Achse dieses Rades ein Zeiger angebracht ist, so wird der Zeiger eine kleine Wanderung auf dem Zifferblatt machen. An der Hauptuhr ist aber die Einrichtung getroffen, daß das Pendel in jeder Sekunde beim Schwingen die elektrische Kette schließt, also einen elektrischen Strom nach allen Uhren aussendet, deren Zeiger dann genau eine Sekunde weiter rücken, wodurch sämmtliche Uhren den allergenauesten Gang innehalten.

In Leipzig sind bereits solche Uhren eingerichtet, so daß man dort für eine billige Abgabe eine außerordentlich richtig gehende Uhr im Hause hat, die viel Annehmlichkeit im Leben darbietet.

Von welch' tiefer wissenschaftlicher Bedeutung aber solche Uhreneinrichtung ist, wollen wir im nächsten Abschnitt zeigen.

II. Die wissenschaftliche Anwendung elektrischer Uhren.

Die wissenschaftliche Anwendung, die man von den elektrischen Uhren gemacht hat, ist in mehr als einer Beziehung wichtig.

Um dies unseren Lesern klar zu machen, müssen wir mehrere Punkte berühren, die vielleicht Vielen neu sein und im ersten Augenblick sonderbar klingen werden.

Wir haben es bereits gesagt, daß die einzig richtig gehende Uhr, die keiner Reparatur bedarf, die Erde ist, die sich in vierundzwanzig Stunden um ihre Achse dreht. Allein diese Uhr ist ganz kurios gebaut: denn der Zeiger dieser Uhr, und dies ist offenbar die Sonne, liegt in so ungeheurer Entfernung von ihr ab, daß es einiger Kunst bedarf, um sich auf diese Uhr zu verstehen. Gleichwohl wissen sich die Bauern, die Schäfer, die Heerdentreiber und alle, die viel unter freiem Himmel leben, nach dem Stand der Sonne, dieses leuchtenden Zeigers der Weltuhr, zu richten und merken es sich, daß die Sonne am Himmel um Mittag ihren höchsten Stand erreicht hat, und so den Morgen vom Abend trennt.

Und in der That, das, was die Schäfer und ihre Genossen bereits seit alter, alter Zeit wußten, ist jetzt noch immer der Gegenstand der Beobachtung der geistreichsten Astronomen: nur verstehen es diese, die Mittagszeit durch den Stand der Sonne bis auf den zehnten Theil einer Sekunde genau anzugeben, während man mit bloßem Auge vielen Täuschungen und Irrthümern ausgesetzt ist. Auch noch gegenwärtig stellt man die Uhr nach der Sonne und schiebt den Zeiger auf Punkt zwölf, wenn die Sonne durch das Mittagsfernrohr sichtbar ist.

Allein es ist auch mit der Sonne, diesem Zeiger der

bungen für das Leben hat kennen lernen, hat man bereits an mehreren Orten angefangen, dieses erhabene Zeichen unserer Zeit auch zum Bezeichnen unserer Zeit zu benutzen, oder einfacher gesagt: man hat auch elekromagnetische Uhren hergestellt.

Die Einrichtung ist so getroffen, daß nur eine einzige Hauptuhr, deren Gang äußerst sorgfältig regulirt wird, ein wirkliches Uhrwerk besitzt, während unendlich viele Uhren durch die ganze Stadt oder durch das ganze Land vertheilt, nur eigentlich Zifferblätter sind, die ein Hufeisen verbergen, das mit Draht umwunden ist, und durch welches vermittelst Leitungsdrähten ein elektrischer Strom erzeugt wird, der das Eisen zum Magneten macht. So oft dies geschieht, wird an jeder dieser Uhren ein kleiner Anker in der Nähe angezogen und dadurch ein Rad um einen Zahn weitergedreht. Da nun auf der Achse dieses Rades ein Zeiger angebracht ist, so wird der Zeiger eine kleine Wanderung auf dem Zifferblatt machen. An der Hauptuhr ist aber die Einrichtung getroffen, daß das Pendel in jeder Sekunde beim Schwingen die elektrische Kette schließt, also einen elektrischen Strom nach allen Uhren aussendet, deren Zeiger dann genau eine Sekunde weiter rücken, wodurch sämmtliche Uhren den allergenauesten Gang innehalten.

In Leipzig sind bereits solche Uhren eingerichtet, so daß man dort für eine billige Abgabe eine außerordentlich richtig gehende Uhr im Hause hat, die viel Annehmlichkeit im Leben darbietet.

Von welch' tiefer wissenschaftlicher Bedeutung aber solche Uhreneinrichtung ist, wollen wir im nächsten Abschnitt zeigen.

LXII. Die wissenschaftliche Anwendung elektrischer Uhren.

Die wissenschaftliche Anwendung, die man von den elektrischen Uhren gemacht hat, ist in mehr als einer Beziehung wichtig.

Um dies unseren Lesern klar zu machen, müssen wir mehrere Punkte berühren, die vielleicht Vielen neu sein und im ersten Augenblick sonderbar klingen werden.

Wir haben es bereits gesagt, daß die einzig richtig gehende Uhr, die keiner Reparatur bedarf, die Erde ist, die sich in vierundzwanzig Stunden um ihre Achse dreht. Allein diese Uhr ist ganz kurios gebaut: denn der Zeiger dieser Uhr, und dies ist offenbar die Sonne, liegt in so ungeheurer Entfernung von ihr ab, daß es einiger Kunst bedarf, um sich auf diese Uhr zu verstehen. Gleichwohl wissen sich die Bauern, die Schäfer, die Heerdentreiber und alle, die viel unter freiem Himmel leben, nach dem Stand der Sonne, dieses leuchtenden Zeigers der Weltuhr, zu richten und merken es sich, daß die Sonne am Himmel um Mittag ihren höchsten Stand erreicht hat, und so den Morgen vom Abend trennt.

Und in der That, das, was die Schäfer und ihre Genossen bereits seit alter, alter Zeit wußten, ist jetzt noch immer der Gegenstand der Beobachtung der geistreichsten Astronomen: nur verstehen es diese, die Mittagszeit durch den Stand der Sonne bis auf den zehnten Theil einer Sekunde genau anzugeben, während man mit bloßem Auge vielen Täuschungen und Irrthümern ausgesetzt ist. Auch noch gegenwärtig stellt man die Uhr nach der Sonne und schiebt den Zeiger auf Punkt zwölf, wenn die Sonne durch das Mittagsfernrohr sichtbar ist.

Allein es ist auch mit der Sonne, diesem Zeiger der

dungen für das Leben hat kennen lernen, hat man bereits an mehreren Orten angefangen, dieses erhabene Zeichen unserer Zeit auch zum Bezeichnen unserer Zeit zu benutzen, oder einfacher gesagt: man hat auch elektromagnetische Uhren hergestellt.

Die Einrichtung ist so getroffen, daß nur eine einzige Hauptuhr, deren Gang äußerst sorgfältig regulirt wird, ein wirkliches Uhrwerk besitzt, während unendlich viele Uhren durch die ganze Stadt oder durch das ganze Land vertheilt, nur eigentlich Zifferblätter sind, die ein Hufeisen verbergen, das mit Draht umwunden ist, und durch welches vermittelst Leitungsdrähten ein elektrischer Strom erzeugt wird, der das Eisen zum Magneten macht. So oft dies geschieht, wird an jeder dieser Uhren ein kleiner Anker in der Nähe angezogen und dadurch ein Rad um einen Zahn weitergedreht. Da nun auf der Achse dieses Rades ein Zeiger angebracht ist, so wird der Zeiger eine kleine Wanderung auf dem Zifferblatt machen. An der Hauptuhr ist aber die Einrichtung getroffen, daß das Pendel in jeder Sekunde beim Schwingen die elektrische Kette schließt, also einen elektrischen Strom nach allen Uhren aussendet, deren Zeiger dann genau eine Sekunde weiter rücken, wodurch sämmtliche Uhren den allergenauesten Gang innehalten.

In Leipzig sind bereits solche Uhren eingerichtet, so daß man dort für eine billige Abgabe eine außerordentlich richtig gehende Uhr im Hause hat, die viel Annehmlichkeit im Leben darbietet.

Von welch' tiefer wissenschaftlicher Bedeutung aber solche Uhreneinrichtung ist, wollen wir im nächsten Abschnitt zeigen.

LXII. Die wissenschaftliche Anwendung elektrischer Uhren.

Die wissenschaftliche Anwendung, die man von den elektrischen Uhren gemacht hat, ist in mehr als einer Beziehung wichtig.

Um dies unseren Lesern klar zu machen, müssen wir mehrere Punkte berühren, die vielleicht Vielen neu sein und im ersten Augenblick sonderbar klingen werden.

Wir haben es bereits gesagt, daß die einzig richtig gehende Uhr, die keiner Reparatur bedarf, die Erde ist, die sich in vierundzwanzig Stunden um ihre Achse dreht. Allein diese Uhr ist ganz kurios gebaut: denn der Zeiger dieser Uhr, und dies ist offenbar die Sonne, liegt in so ungeheurer Entfernung von ihr ab, daß es einiger Kunst bedarf, um sich auf diese Uhr zu verstehen. Gleichwohl wissen sich die Bauern, die Schäfer, die Heerdentreiber und alle, die viel unter freiem Himmel leben, nach dem Stand der Sonne, dieses leuchtenden Zeigers der Weltuhr, zu richten und merken es sich, daß die Sonne am Himmel um Mittag ihren höchsten Stand erreicht hat, und so den Morgen vom Abend trennt.

Und in der That, das, was die Schäfer und ihre Genossen bereits seit alter, alter Zeit wußten, ist jetzt noch immer der Gegenstand der Beobachtung der geistreichsten Astronomen: nur verstehen es diese, die Mittagszeit durch den Stand der Sonne bis auf den zehnten Theil einer Sekunde genau anzugeben, während man mit bloßem Auge vielen Täuschungen und Irrthümern ausgesetzt ist. Auch noch gegenwärtig stellt man die Uhr nach der Sonne und schiebt den Zeiger auf Punkt zwölf, wenn die Sonne durch das Mittagsfernrohr sichtbar ist.

Allein es ist auch mit der Sonne, diesem Zeiger der

bungen für das Leben hat kennen lernen, hat man bereits an mehreren Orten angefangen, dieses erhabene Zeichen unserer Zeit auch zum Bezeichnen unserer Zeit zu benutzen, oder einfacher gesagt: man hat auch elektromagnetische Uhren hergestellt.

Die Einrichtung ist so getroffen, daß nur eine einzige Hauptuhr, deren Gang äußerst sorgfältig regulirt wird, ein wirkliches Uhrwerk besitzt, während unendlich viele Uhren durch die ganze Stadt oder durch das ganze Land vertheilt, nur eigentlich Zifferblätter sind, die ein Hufeisen verbergen, das mit Draht umwunden ist, und durch welches vermittelst Leitungsdrähten ein elektrischer Strom erzeugt wird, der das Eisen zum Magneten macht. So oft dies geschieht, wird an jeder dieser Uhren ein kleiner Anker in der Nähe angezogen und dadurch ein Rad um einen Zahn weitergedreht. Da nun auf der Achse dieses Rades ein Zeiger angebracht ist, so wird der Zeiger eine kleine Wanderung auf dem Zifferblatt machen. An der Hauptuhr ist aber die Einrichtung getroffen, daß das Pendel in jeder Sekunde beim Schwingen die elektrische Kette schließt, also einen elektrischen Strom nach allen Uhren aussendet, deren Zeiger dann genau eine Sekunde weiter rücken, wodurch sämmtliche Uhren den allergenauesten Gang innehalten.

In Leipzig sind bereits solche Uhren eingerichtet, so daß man dort für eine billige Abgabe eine außerordentlich richtig gehende Uhr im Hause hat, die viel Annehmlichkeit im Leben darbietet.

Von welch' tiefer wissenschaftlicher Bedeutung aber solche Uhreneinrichtung ist, wollen wir im nächsten Abschnitt zeigen.

LXII. Die wissenschaftliche Anwendung elektrischer Uhren.

Die wissenschaftliche Anwendung, die man von den elektrischen Uhren gemacht hat, ist in mehr als einer Beziehung wichtig.

Um dies unseren Lesern klar zu machen, müssen wir mehrere Punkte berühren, die vielleicht Vielen neu sein und im ersten Augenblick sonderbar klingen werden.

Wir haben es bereits gesagt, daß die einzig richtig gehende Uhr, die keiner Reparatur bedarf, die Erde ist, die sich in vierundzwanzig Stunden um ihre Achse dreht. Allein diese Uhr ist ganz kurios gebaut: denn der Zeiger dieser Uhr, und dies ist offenbar die Sonne, liegt in so ungeheurer Entfernung von ihr ab, daß es einiger Kunst bedarf, um sich auf diese Uhr zu verstehen. Gleichwohl wissen sich die Bauern, die Schäfer, die Heerdentreiber und alle, die viel unter freiem Himmel leben, nach dem Stand der Sonne, dieses leuchtenden Zeigers der Weltuhr, zu richten und merken es sich, daß die Sonne am Himmel um Mittag ihren höchsten Stand erreicht hat, und so den Morgen vom Abend trennt.

Und in der That, das, was die Schäfer und ihre Genossen bereits seit alter, alter Zeit wußten, ist jetzt noch immer der Gegenstand der Beobachtung der geistreichsten Astronomen: nur verstehen es diese, die Mittagszeit durch den Stand der Sonne bis auf den zehnten Theil einer Sekunde genau anzugeben, während man mit bloßem Auge vielen Täuschungen und Irrthümern ausgesetzt ist. Auch noch gegenwärtig stellt man die Uhr nach der Sonne und schiebt den Zeiger auf Punkt zwölf, wenn die Sonne durch das Mittagsfernrohr sichtbar ist. Allein es ist auch mit der Sonne, diesem Zeiger der

bungen für das Leben hat kennen lernen, hat man bereits an mehreren Orten angefangen, dieses erhabene Zeichen unserer Zeit auch zum Bezeichnen unserer Zeit zu benutzen, oder einfacher gesagt: man hat auch elektromagnetische Uhren hergestellt.

Die Einrichtung ist so getroffen, daß nur eine einzige Hauptuhr, deren Gang äußerst sorgfältig regulirt wird, ein wirkliches Uhrwerk besitzt, während unendlich viele Uhren durch die ganze Stadt oder durch das ganze Land vertheilt, nur eigentlich Zifferblätter sind, die ein Hufeisen verbergen, das mit Draht umwunden ist, und durch welches vermittelst Leitungsdrähten ein elektrischer Strom erzeugt wird, der das Eisen zum Magneten macht. So oft dies geschieht, wird an jeder dieser Uhren ein kleiner Anker in der Nähe angezogen und dadurch ein Rad um einen Zahn weitergedreht. Da nun auf der Achse dieses Rades ein Zeiger angebracht ist, so wird der Zeiger eine kleine Wanderung auf dem Zifferblatt machen. An der Hauptuhr ist aber die Einrichtung getroffen, daß das Pendel in jeder Sekunde beim Schwingen die elektrische Kette schließt, also einen elektrischen Strom nach allen Uhren aussendet, deren Zeiger dann genau eine Sekunde weiter rücken, wodurch sämmtliche Uhren den allergenauesten Gang innehalten.

In Leipzig sind bereits solche Uhren eingerichtet, so daß man dort für eine billige Abgabe eine außerordentlich richtig gehende Uhr im Hause hat, die viel Annehmlichkeit im Leben darbietet.

Von welch' tiefer wissenschaftlicher Bedeutung aber solche Uhreneinrichtung ist, wollen wir im nächsten Abschnitt zeigen.

LXII. Die wissenschaftliche Anwendung elektrischer Uhren.

Die wissenschaftliche Anwendung, die man von den elektrischen Uhren gemacht hat, ist in mehr als einer Beziehung wichtig.

Um dies unseren Lesern klar zu machen, müssen wir mehrere Punkte berühren, die vielleicht Vielen neu sein und im ersten Augenblick sonderbar klingen werden.

Wir haben es bereits gesagt, daß die einzig richtig gehende Uhr, die keiner Reparatur bedarf, die Erde ist, die sich in vierundzwanzig Stunden um ihre Achse dreht. Allein diese Uhr ist ganz kurios gebaut: denn der Zeiger dieser Uhr, und dies ist offenbar die Sonne, liegt in so ungeheurer Entfernung von ihr ab, daß es einiger Kunst bedarf, um sich auf diese Uhr zu verstehen. Gleichwohl wissen sich die Bauern, die Schäfer, die Heerdentreiber und alle, die viel unter freiem Himmel leben, nach dem Stand der Sonne, dieses leuchtenden Zeigers der Weltuhr, zu richten und merken es sich, daß die Sonne am Himmel um Mittag ihren höchsten Stand erreicht hat, und so den Morgen vom Abend trennt.

Und in der That, das, was die Schäfer und ihre Genossen bereits seit alter, alter Zeit wußten, ist jetzt noch immer der Gegenstand der Beobachtung der geistreichsten Astronomen: nur verstehen es diese, die Mittagszeit durch den Stand der Sonne bis auf den zehnten Theil einer Sekunde genau anzugeben, während man mit bloßem Auge vielen Täuschungen und Irrthümern ausgesetzt ist. Auch noch gegenwärtig stellt man die Uhr nach der Sonne und schiebt den Zeiger auf Punkt zwölf, wenn die Sonne durch das Mittagsfernrohr sichtbar ist.

Allein es ist auch mit der Sonne, diesem Zeiger der

Weltuhr, wiederum ganz eigenthümlich. Wir wissen, daß die Erde eine Kugel ist, auf deren Oberfläche wir leben. Sie kann also von der Sonne nicht mit einemmale ganz und gar beschienen werden, sondern erst durch die Umdrehung der Erde in vierundzwanzig Stunden vermag das Sonnenlicht alle Theile der Erde zu beleuchten. Aber da die Umdrehung erst nach und nach geschieht, geschieht auch die Beleuchtung der Erde erst nach und nach, und wenn die Sonne am Morgen bereits von Osten her eine Gegend der Erde beleuchtet, liegt noch die Gegend im Westen im Dämmerschein der Nacht. — Ganz in derselben Weise aber ist es mit der Mittagszeit.

Wenn die Sonne in Berlin gerade durch die Mittagslinie, die man den Meridian nennt, geht, so haben alle Gegenden, die nach Osten liegen, bereits Mittag gehabt, während in allen Gegenden, die im Westen liegen, noch Vormittag ist. — Und das eben ist das Eigenthümliche, daß die einzig richtig gehende Uhr, sammt ihrem Zeiger nur jedesmal für den Ort die richtige Zeit angiebt, wo sie betrachtet wird, und weder gelten kann für die Gegenden im Osten noch im Westen. Da nun unsere gewöhnlichen Uhren immer nach der Sonne gestellt werden, so zeigen sie eigentlich, wenn sie ganz richtig gehen, nur die Zeit für Berlin richtig an, keineswegs aber für Breslau oder Königsberg, die östlich, oder Kassel und Köln, die westlich liegen.

Man muß sich daher nicht wundern, wenn man von Berlin mit einer sehr pünktlich gehenden Uhr nach Breslau reist und dort findet, daß sie um mehrere Minuten zurückbleibt gegen die breslauer Uhren und eben so wenig darf man mit seinem Uhrmacher hadern, wenn eine nach berliner Zeit gestellte Uhr in Kassel oder Köln zu schnell zu gehen scheint, sondern man muß es wohl bedenken,

daß so wenig wie die Sonne gleichzeitig in all' den Orten in einer und derselben Sekunde im Mittagspunkt stehen kann, ebensowenig eine Uhr für zwei östlich oder westlich liegende Orte zugleich richtig gehen kann oder darf.

Die armen Lokomotiv-Führer, die stets auf Reisen sind und allenthalben genau auf die Minute ankommen sollen, haben auch ihre liebe Noth mit den Uhren, wenn die Bahn gerade nach Osten oder Westen geht. Wenn sie nach Osten fahren, kommen sie immer ein paar Minuten zu spät, wenn sie nach Westen fahren, ein paar Minuten zu früh an und dies hat schon, namentlich in England, zu solchen Konflikten Veranlassung gegeben, daß man dort die Einrichtung getroffen hat, die Uhren der Eisenbahn durchweg gleichmäßig zu reguliren und sich gar nicht um die wirkliche Zeit zu bekümmern, die in Wahrheit auf jeder Station anders ist und anders sein muß.

Was bei den Eisenbahnen nur den Lokomotiv-Führern auffällt, wird beim Gebrauch der elektrischen Telegraphen schon bedeutender und auffallender. Der Unterschied der Uhr-Zeit zwischen Berlin und London ist fast eine Stunde. Das heißt London liegt so weit westlich von Berlin, daß wenn in Berlin Mittag ist, die Londoner fast noch eine Stunde warten müssen, bevor dort die Sonne die Mittagslinie betritt. Dort also ist es ungefähr elf Uhr Vormittags. Da aber eine telegraphische Depesche in fünf Minuten ganz gut von Berlin nach London gelangen kann, so ist es gut möglich und kommt wohl auch vor, daß die Depesche, die hier um zwölf Uhr abgeht, in London um ein Viertel auf zwölf ankommt, das heißt im gewöhnlichen Leben, sie kommt früher an, als sie abgeschickt wird. — Wir wissen freilich, daß dies in Wahr-

heit nicht der Fall ist; aber wo es darauf ankommt, irgend ein Ereigniß genau nach der Zeit, wann es passirt ist, zu bestimmen, ist die genaue Kenntniß des Unterschiedes der Uhren von wesentlicher Wichtigkeit.

Um einen Fall derart anzuführen, wollen wir hier eine kleine Geschichte erzählen, die uns freilich einen Augenblick von unserm Thema entfernen wird, die aber doch interessant genug ist, um zu zeigen, wie die genaue Ausgleichung der Zeit in der Welt von praktischer Bedeutung werden kann.

Ein reiches Ehepaar, das ohne Erben lebte, hat sich gegenseitig zu Universal-Erben eingesetzt, das heißt, der Ueberlebende soll den früher Gestorbenen beerben. Der Mann reist nach London, woselbst er Verwandte hatte; die Frau bleibt in Berlin, wo ihre Verwandten leben. Da trifft es sich, daß beide, Mann und Frau an einem und demselben Tage sterben, und zwar stirbt der Mann in London punkt halb zwölf Uhr Morgens; die Frau dagegen stirbt in Berlin genau um 12 Uhr Mittags. — Wer ist nun wirklich früher gestorben?

Die Verwandten und Erben der Frau in Berlin behaupten, der Mann ist um 11½ Uhr gestorben, da lebte die Frau noch. Sie also hat ihn überlebt und sein Vermögen geerbt, und da sie eine halbe Stunde später auch starb, erben wir das Vermögen. Die Verwandten des Mannes in London dagegen behaupten: der Mann hat seine Frau überlebt, denn in dem Moment, wo sie um 12 Uhr in Berlin starb, da war es in London erst 10 Minuten nach 11 Uhr; da also hat der Mann noch gelebt; er also ist der Ueberlebende und Erbe, und deshalb haben wir, des Mannes Erben, das Anrecht auf das ganze Vermögen.

Wie dieser Prozeß von den Gerichten geschlichtet wer-

den muß, mögen unsere Leser selber errathen; für diesmal bitten wir um Entschuldigung, daß wir vom eigentlichen Thema ein wenig abgeschweift sind, und versprechen dafür in dem nächsten Abschnitt unserer Pflicht um so strenger nachzukommen.

LXIII. Die Brauchbarkeit der elektrischen Uhren für Länder- und Witterungs-Kunde.

Um die wissenschaftliche Bedeutung der elektrischen Uhren einzusehen, muß man noch etwas in Betracht ziehen.

Jeder, der einmal eine gute Landkarte angesehen hat, wird wissen, daß auf dieser jeder bedeutende Ort sehr genau bezeichnet ist, wie weit er nach Norden oder Süden, nach Osten oder Westen liegt. Was nun die Lage nach Norden oder Süden betrifft, so kann man in jedem Orte selber die Beobachtung anstellen, um zu wissen, wo er auf dem Erdenrund sich befindet. Man braucht z. B. nur genau zu wissen, wie hoch der jedem Liebhaber der Sternkunde bekannte Polarstern über dem Horizont eines Ortes steht, um sofort zu wissen, wie nahe oder wie fern der Ort des Beobachters vom Nordpol der Erde ist. — Ganz etwas anderes aber ist es mit Ost und West; denn hier kann man eine direkte Beobachtung nicht machen, sondern man muß eine und dieselbe Beobachtung an zwei Orten zugleich machen, um herauszubekommen, ob der eine vom andern nach Osten oder Westen gelegen ist.

Man weiß z. B. schon im Allgemeinen, daß Königsberg östlich von Berlin, und London westlich von Berlin liegt; aber um genau zu wissen, wie viel Königsberg östlich und London westlich liegt, dazu sind Mittel nöthig,

von denen man sich im gewöhnlichen Leben gar keine Vorstellung macht.

Bisher hat man sich hierzu eines Mittels bedient und bedienen müssen, das gewiß Viele, die es zum erstenmal hören, in Erstaunen setzen wird. Dies Mittel bestand in Folgendem.

Auf der Sternwarte in Berlin beobachtete ein Astronom eine im voraus berechnete Verfinsterung eines Jupiter-Mondes und merkte sich's, so genau er konnte, um welche Stunde und Minute und Sekunde diese Erscheinung eintrat. In Königsberg that ein anderer Astronom im selben Augenblick ein gleiches, dann schrieben sie sich beide, wann sie diese gleichzeitige Erscheinung gesehen haben. Es fand sich nun, daß in Königsberg im Moment, wo der Jupiter-Mond verfinstert ward, die Uhr später war als in Berlin. Hieraus erst konnte man entnehmen, daß in Königsberg die Sonne früher aufgeht als in Berlin, daß also Königsberg östlich von Berlin liegen muß. Verglich man nun die Zeit genau, so konnte man auch aus dem Unterschied der Zeit berechnen, um wie viel Berlin weiter nach Westen liegen muß, als Königsberg.

Wenn wir versichern, daß man es mit jedem Orte der Erde so oder in ähnlicher Weise machen mußte, um seine Lage nach Ost und West genau zu ermitteln, so wird es Jeder einsehen, daß die Schwierigkeit gerade nicht klein ist, und auch glauben, daß es gar sehr wenige Orte giebt, von denen man mit voller Genauigkeit sagen kann, daß man ihre Lage vollständig sicher anzugeben weiß.

Ganz etwas anderes ist es aber nun durch die elektrischen Uhren. Man braucht nicht mehr eine schwierige Beobachtung am Himmel zu machen, sondern man kann in Berlin im Moment, wo die genau gehende Uhr zwölf schlägt, ein Zeichen nach Königsberg geben. Im selben

Augenblick weiß man also in Königsberg: jetzt ist in Berlin Mittag, und verbindet man in Königsberg eine richtiggehende Uhr derart mit dem Telegraphen, daß das Uhrwerk durch das Zeichen aus Berlin sofort angehalten wird, so kann man mit einer bisher nicht geahnten Sicherheit und Leichtigkeit sehen, wie groß der Zeitunterschied zwischen Berlin und Königsberg ist, und somit auch mit größerer Genauigkeit wissen, um wie weit Berlin westlicher liegt als Königsberg.

Mit Einem Wort, für die Messung der Längengrade, die sonst mit unendlichen Schwierigkeiten verbunden war, giebt es jetzt kein leichteres und sichereres Mittel als die elektrischen Uhren, die ohne die mindeste Schwierigkeit die Zeitunterschiede verschiedener Orte und somit die Lage der Orte auf der Erde genau angeben.

Ueberhaupt sind für die beobachtenden Astronomen die elektrischen Uhren von solcher Wichtigkeit, daß wir die Hoffnung hegen dürfen, es sei die Zeit nicht mehr fern, wo sämmtliche Sternwarten Europas unter einander durch Telegraphen und elektrische Uhren verbunden sein werden, wodurch erst ein bei weitem sichereres Beobachten und gemeinsames Arbeiten möglich werden wird. — Wenn am 9. Dezember des Jahres 1874, wo Nachmittags 2 Uhr der Planet Venus vor der Sonnenscheibe vorübergeht, jene telegraphische Verbindung der Sternwarten existiren wird, so wird dieser Moment mit solcher Sicherheit beobachtet werden können, daß man von dieser Zeit ab die Entfernung der Erde von der Sonne wie überhaupt alle Entfernungen im Sonnensystem so sicher wird angeben, wie man jetzt kaum die Entfernung von Berlin nach Potsdam anzugeben weiß. —

Es würde uns viel zu weit führen, wenn wir den wissenschaftlichen Werth der elektrischen Uhren und der Te-

legraphenverbindungen, auch noch so flüchtig nur, angeben wollten. Das Eine wollen wir hier nur noch erwähnen, daß man in Nordamerika, das man sonst materiell schilt, höchst sinnige und wichtige Anwendungen von der elektrischen Telegraphie macht, zum Nutzen der Wissenschaft, wie zum Segen der Menschheit, die durch die Wissenschaft veredelt wird. Amerika fängt an, auch in dieser Beziehung Europa den Rang abzulaufen.

Aber die Zeit wird unbedingt noch kommen, wo viele jetzt noch ganz ungeahnte Vortheile aus der Anwendung der elektrischen Ströme gewonnen werden, die eben so tief ins bürgerliche, wie ins wissenschaftliche Leben eingreifen. Schon jetzt telegraphirt man von den Küsten Nordamerikas den herankommenden Wind, damit die Schiffer stundenlang zuvor von ihm Kenntniß nehmen und sich danach richten. Wir dürfen hoffen, daß die Zeit nicht gar fern ist, wo man telegraphische Stationen durch ganze Länder hat, durch welche mehreremale des Tages von allen Himmelsgegenden die Nachrichten eingehen, wie es in der Runde um Wind, Luftdruck, Feuchtigkeit oder Trockenheit des Luftkreises, um Gewitter, Schnee, Regen und elektrische Spannung steht, so daß man mit größerer Sicherheit auf den Zustand des Wetters in den kommenden drei Tagen wird schließen können, als man es jetzt auf eine einzige Stunde voraus thun kann.

Bibliothek

der

Populären Wissenschaften.

II. Band:

Aus dem Reiche der

Naturwissenschaft,

Von A. Bernstein.

Fünftes Bändchen:

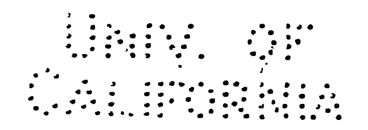
Von den geheimen Naturkräften II.

35

Inhaltsverzeichniß.

Von den geheimen Naturkräften. II.

Seite



I. Die verschiedenen elektrischen Batterien.

Indem wir von den Wirkungen der elektromagnetischen Kraft nunmehr einen kleinen Umriß gegeben haben, wollen wir uns zu einer andern Wirksamkeit des elektrischen Stromes wenden; wir müssen jedoch zuvor noch mit einigen Worten auf einen Hauptpunkt aufmerksam machen, den wir des leichtern Verständnisses halber bisher absichtlich vermieden haben.

Wir haben bisher immer von den elektrischen Strömen gesprochen, die in einer aus Kupfer und Zink gebildeten Säule, die man die Voltaische Säule nennt, hervorgerufen werden. In der That aber ist solch eine Säule durch die Fortschritte der Wissenschaft ganz außer Gebrauch gekommen.

Die Voltaische Säule hat schon in ihrer Aufstellung viel Unbequemlichkeit und ist in ihrer Wirkung außerordentlich unbeständig. Die feuchten Scheiben, die man zwischen jedes Plattenpaar legen muß, werden von den darüber liegenden Platten gepreßt, so daß sie zu schnell trocken werden und die Elektrizität nicht leiten. Außerdem fließt das Wasser über alle Platten hinab und bildet so eine Nebenleitung der Elektrizität, wodurch viel von der Kraft verloren geht. Endlich ist die Wirkung im Verhältniß zu den Kosten zu gering und außerdem steht die Summe der elektrischen Kraft, die sie entwickelt, mit

den mannigfachsten Zwecken, zu welchen sie verwendet wird, nicht immer im richtigen Maße.

Man hat deshalb schon seit längerer Zeit andere Apparate in Gebrauch, die bequemer, billiger und je für den bestimmten Zweck wirksamer sind; so daß in der That zu den meisten von uns angeführten Versuchen die Voltaische Säule unpraktisch geworden ist.

Die Apparate, die man jetzt in Gebrauch hat, sind je nach dem Zwecke verschieden, sie beruhen aber alle auf dem Prinzip, daß man zwei Stoffe oder Metalle, die bei ihrer Berührung Elektrizität entwickeln, in leitende Verbindung setzt und außerdem zwei Drähte an dieselben befestigt, die, wenn man deren Enden an einander bringt, die Kette schließen und den elektrischen Strom zirkuliren lassen.

Um sich eine einfache Kette dieser Art selbst zusammenzustellen, braucht man nur ein Stück Kupferblech und ein Stück Zinkblech so in ein gewöhnliches Trinkglas zu stellen, daß sich die Metalle nicht berühren. Oben löthet man an jedes Metall ein Stück Draht an, und gießt das Glas voll Wasser, worin ein wenig Schwefelsäure gemischt ist. Schon solch ein einfacher Apparat ist eine Quelle eines elektrischen Stromes. Der Draht am Zinkstück ist der positive Pol, der am Kupferstück ist der negative Pol, und bringt man diese Pole in Berührung, so läßt sich durch Instrumente, von denen wir sogleich sprechen werden, die elektrische Strömung sehr stark erkennen.

Diesen einfachen Apparat kann man außerordentlich verstärken, wenn man mehrere Gläser mit gleichen Metall-Stücken neben einander stellt und immer das Stück Zink des einen Glases und das Stück Kupfer des andern Glases durch einen angelötheten Metalldraht verbindet; dadurch entsteht eine ganze Batterie, die, wenn

sie recht zahlreich ist, von ganz außerordentlicher Wirksamkeit sich zeigt.

Eine eigene Art von Apparat erhält man, wenn man eine sehr dünn gewalzte lange Zinkplatte auf den Tisch legt, darauf eine Platte Tuch, auf diese wiederum eine sehr dünn gewalzte Platte Kupfer bringt und diese ganze Lage so wie sie ist, auf ein Stück Stock von Holz aufrollt. Bringt man dann diesen mit Zink, Kupfer und Tuch umwickelten Stock in ein Gefäß mit angesäuertem Wasser und führt zwei Drähte aus den aufgerollten Metallen heraus, so bilden diese eigentlich die Pole eines einzigen sehr großen Plattenpaares, das aber wegen seiner Größe so wirksam ist, daß man mit solchem Apparat am besten die Glüh-Erscheinungen von Metalldrähten zeigen kann.—

Diese sehr einfachen Apparate sind jedoch dadurch sehr unbrauchbar, daß das angesäuerte Wasser sofort chemisch auf das Zink einwirkt und dieses auflöst. Die Ketten dieser Art wirken daher anfangs sehr stark, verlieren aber sofort mehr und mehr von ihrer Kraft, so daß ihr Gebrauch kostspielig und unsicher ist.

Man hat deshalb darauf gesonnen, beständigere, das heißt, weniger den Veränderungen ausgesetzte Ketten herzustellen und dies ist am besten gelungen in der Bunsenschen Batterie, die nicht aus Zink und K u p f e r, sondern aus Zink und K o h l e zusammengesetzt ist.

Man muß es nämlich wissen, daß nicht etwa Zink nur in Berührung mit Kupfer elektrische Trennung bewirkt, sondern daß Zink in Berührung mit Kohle noch weit stärker in der Wirkung ist. Um recht haltbare Kohle der Art zu erhalten, wird diese eigends hierzu aus ausgebranntem Koaks und fetter Steinkohle zusammengerieben, geformt und gebrannt, wodurch sie bei gehöriger Behandlung sehr hart wird. — Man macht nun einen Kohlen-

Zylinder, den man in ein Glas stellt. In diesen Zylinder setzt man einen Becher aus gebranntem Ton, und in diesen Becher einen Zink-Kolben. In das Glas gießt man wasserfreie Salpetersäure, während man in den Thonbecher Wasser, mit etwas Schwefelsäure versetzt, thut. Ein Paar Drähte, die von der Kohle und vom Zink hergeleitet werden, sind nun die Pole dieser Kette, durch deren Schließung sichere und keiner bedeutenden Veränderung unterworfene Strömungen von Elektrizität hervorgerufen werden.

In geringen Abänderungen ist die Bunsensche Kette sehr geeignet, zu einer ganzen Batterie mehrerer solcher Ketten verbunden zu werden und ihre Wirkung ist so vortrefflich, daß man meist jetzt mit solchen arbeitet.

Indem wir nunmehr im nächsten Artikel ein neues Feld der Wirksamkeit elektrischer Ströme betrachten wollen, müssen wir zuvor unsere Leser noch mit einem einzigen wichtigen Instrument bekannt machen und bitten um ihre Aufmerksamkeit hierfür mit der Versicherung, daß gerade dieser Zweig der elektrischen Wirksamkeit vielleicht das Bedeutsamste ist, daß die neuesten Forschungen hervorgebracht haben.

I. Wie man die Stärke elektrischer Ströme messen kann.

Das Thema, zu dem wir uns jetzt wenden wollen, ist die thierische Elektrizität und das Instrument, das wir vorher noch unseren Lesern vorführen müssen, ist der Elektrizitäts-Messer, das heißt: ein Instrument, mit welchem man die Stärke der Elektrizität messen kann.

Im großen kann man die Elektrizität durch Schätzung messen. Eine Elektrisirmaschine wird geschätzt nach der Länge ihrer Funken. Man braucht nur Elektrisirmaschinen in Bewegung zu setzen, die Sammelkugeln zu laden, und mit dem Knöchel des Fingers denselben nahe zu kommen, um zu sehen, daß die eine erst einen Funken giebt, wenn man den Knöchel bis auf einen Zoll der Kugel nähert, während eine andere schon in der Entfernung von zwei, drei, vier oder noch mehr Zoll einen Funken überspringen läßt. Ja, es giebt Elektrisirmaschinen, wie z. B. die von Winter in der polytechnischen Schule zu Wien und die von Van Marum in Harlem, aus welchen man vermittelst geeigneter Funkenzieher vier Fuß lange Funken ziehen kann.

Die galvanische oder strömende Elektrizität schätzt man ebenfalls im Großen nach ihren Wirkungen. Bei der einen Kette findet man, daß sie nur einen dünnen und kurzen Draht zu glühen im Stande ist, während bei der anderen schon ein dickerer und längerer ins Glühen geräth.

Allein bei den Versuchen, die wir jetzt vorführen wollen, spielt ein oft sehr feiner Strom, der sich nicht so leicht abschätzen läßt, seine große Rolle, und deshalb ist ein feineres Instrument zur Messung nöthig: ein Instrument, das auch zugleich anzeigt, ob man es mit einem Strom negativer oder positiver Elektrizität zu thun hat.

Wir haben bereits erwähnt, daß wenn man eine Magnetnadel, welche auf einem feinen Stift hin und her balanciren kann, sich selbst überläßt, sich die eine Spitze des Magneten nach Norden, die andere nach Süden stellt. Bringt man eine solche Magnetnadel in eine Schachtel mit Glasdeckel, so hat man einen gewöhnlichen Kompaß. Wie man auch solchen Kompaß drehen mag, der Magnet

wird seine Lage nicht ändern und immer nach Nord und Süd zeigen. Ganz anders aber ist es, wenn man solchen Kompaß in die Nähe eines Drahtes bringt, durch welchen ein elektrischer Strom hindurchgeht. Gesetzt man legt den Draht auch von Nord nach Süd, so daß er in ganz gleicher Lage mit dem Magneten sein müßte, so stellen sich beim Annähern des Kompasses an den Draht folgende Erscheinungen heraus.

Hält man den Kompaß über den Draht, so lenkt die Nadel von ihrer Richtung ab und ihr Nordpol stellt sich nach Osten hin; hält man den Kompaß unter den Draht, so lenkt die Nadel gleichfalls von ihrer Richtung ab, aber der Nordpol stellt sich nach Westen hin.

Ueber den Grund dieser Erscheinung ist man nicht vollkommen sicher, wie denn überhaupt die Elektrizität und der Magnetismus noch zu den für uns geheimnißvollen Kräften der Natur gehören. Wir wollen uns deshalb enthalten, Theorien, wenn sie auch höchst interessant und reizend für den denkenden Menschen sind, hier vorzuführen und uns mit der Thatsache begnügen, daß es so ist, denn aus der Thatsache selbst sind vorerst glänzende Resultate genug an das Tageslicht getreten.

Die Ablenkung der Magnetnadel ist also an sich schon eine gute Prüfung, ob überhaupt ein Strom in einem Drahte vorhanden ist, und Viele, die solche Ströme gewerblich benutzen, z. B. alle diejenigen, die sich mit galvanischer Vergoldung und Versilberung beschäftigen, bedienen sich eines solchen Kompasses, um zu sehen, ob ihr Apparat in Thätigkeit ist, was sie mit bloßem Auge nicht unterscheiden könnten, da sie zu ihrem Gewerbe nur sehr schwache Ströme brauchen.

Zu wissenschaftlichen weiter gehenden Versuchen ist jedoch eine bedeutende Verfeinerung des Instruments nöthig.

Zu diesem Zwecke bringt man einen solchen Kompaß, der außerordentlich fein gearbeitet sein muß, in der Mitte eines aufrecht stehenden breiten Ringes von Messing an. Man stellt nun den Ring, der an einem Gestell angebracht ist, so, daß er mit beiden Krümmungen nach Nord und Süd zeige oder richtiger, daß seine Ebene mit der des Magneten in gleicher Richtung ist. Läßt man nun durch den Ring, der unten am Gestell in zwei gesonderte Streifen ausläuft, einen elektrischen Strom hindurch, das heißt, bringt man die beiden Enden des Ringes mit den zwei Polen einer galvanischen Kette in Berührung, so entsteht in der Magnetnadel eine Art geheimnißvollen Kampfes. Der Magnetismus der Erde bewirkt, daß die Nadel nach Nord und Süd gerichtet bleibt; der elektrische Strom in dem Ringe aber wirkt dahin, daß die Nadel sich nach Ost und West hinrichtet. Die Nadel also weicht je nachdem der elektrische Strom stark oder schwach ist, mehr oder weniger von ihrer Lage ab und stellt sich schief zwischen Nordost und Südwest. Je nachdem also die Ablenkung bedeutend ist oder nicht, je nachdem kann man schließen, daß der elektrische Strom stärker oder schwächer ist.

Bei weitem freier und empfindlicher noch wird das Instrument, wenn man die Kompaß-Schachtel selber mit sehr vielen Windungen von umsponnenen Drähten umgiebt und den Strom durch diese Draht-Windungen leitet. Der Strom, der durch so viele Windungen geht, wirkt auf die Nadel noch stärker und es verräth sich selbst eine ganz schwache elektrische Strömung durch die Ablenkung der Magnetnadel. Nun aber ist es eine Eigenthümlichkeit, die wir hier nur flüchtig erwähnen dürfen, daß, je nachdem die Windungen rechts oder links laufen, es sich sogleich aus der Ablenkung der Nadel ergiebt, ob

der Strom von negativer oder positiver Elektrizität ist, indem in dem einen Falle die Nadel nach rechts, in dem andern nach links von der Nord- und Süd-Linie abweicht.

Dieses empfindliche Instrument ist durch große Sorgfalt von dem vorzüglichsten Forscher der thierischen Elektrizität, dem hiesigen Gelehrten Du Bois-Reymond, noch verfeinert worden und durch dieses hat er die herrlichen und vielversprechenden Entdeckungen gemacht, von denen wir nun sprechen wollen.

III. Thierische Elektrizität.

Wenn man sich von dem, was man thierische Elektrizität nennt, in leichter Weise unterrichten will, so thut man gut, auf die Geschichte der Entdeckung einen Blick zu werfen.

Es ist nämlich merkwürdig, daß die erste Entdeckung auf diesem Gebiete, die bereits im Jahre 1786 gemacht wurde, eine dunkle Vorstellung in der Wissenschaft verbreitete, die zu Anfang ungeheures Aufsehen erregte, daß sie aber dann als eine ganz falsche angesehen wurde und eine große Reihe von Jahren fast ganz unbeachtet blieb, und daß man erst in neuerer Zeit wieder der ersten Entdeckung Gerechtigkeit widerfahren ließ und sie zur Grundlage einer großen Reihe von vorzüglichen Forschungen wichtigster Art machte.

Die Sache verhält sich folgendermaßen.

Im Jahre 1786 kannte man nur die Reibungs-Elektrizität, die wir bereits unsern Lesern vorgeführt haben. Da machte der Professor Ludwig Galvani in Bologna die Entdeckung, daß ein paar Frosch-Schenkel, die er so

abgeschnitten hatte, daß sie nur noch an zwei Nervenfäden mit dem Wirbelknochen zusammenhingen, zu zucken anfingen, so oft er die Schenkel mit einem Kupferdraht berührte, während die Nerven mit Eisen in Berührung kamen, woran der Kupferdraht befestigt war.

Um diesen Hauptversuch deutlicher kennen zu lernen, müssen wir uns denken, daß man einen Streifen Eisen oder Zink mit einem Streifen Kupfer an irgend einer Stelle zusammenlöthet; berührt man nun gleichzeitig mit dem einen Metallende den Nerv, mit dem andern Metallende den Schenkel, so zuckt der Schenkel, als ob noch Leben in ihm wäre.

Und wirklich dachte sich Galvani und behauptete es auch, daß dieses Zucken eine Art Lebenszeichen wäre. Er stellte nämlich die Lehre auf, daß in den Nerven eine Art Lebenskraft oder Flüssigkeit vorhanden sei, die während des Lebens die Bewegungen der Muskeln hervorrufe, zu welchen die Nerven hingehen. Diese Lebensflüssigkeit sei auch kurze Zeit nach dem Tode nicht erloschen und werde wieder erweckt, wenn man sie reize, und die Reizung eben werde durch die Berührung des Metalls hervorgerufen, welches wie ein Leiter hierbei wirke.

Wie es in allen Zeiten mit wichtigen Entdeckungen geht, daß man nämlich ihre Wichtigkeit und Wahrheit meist übersieht und ihre Uebertreibung als die Hauptsache aufnimmt, welche sofort die überspanntesten Köpfe zu den schwindelndsten Hoffnungen hinreißt, so ging es auch hier. Der Gedanke, daß man das große Geheimniß des Lebens in einem Lebenssafte, einer Lebensflüssigkeit vor sich habe, und daß diese Lebensflüssigkeit geweckt, selbst in Leichen erweckt werden könne, dieser Gedanke erregte das höchste Aufsehen und je weiter dieses Aufsehen um sich griff, um so eifriger war die Uebertreibung bemüht, die

Phantasien der neugierigen Menschheit mit neuen Uebertreibungen anzuspannen.

Als es wirklich gar gelang, den Körper eines enthaupteten Verbrechers durch galvanische Reizung — so nannte man nämlich diese nach dem Namen des Entdeckers — zu lebensähnlichen Bewegungen und Zuckungen zu bringen, da war dem Spiel der Phantasie Thür und Thor geöffnet und es ging wie ein Zauberschlag durch die damalige gebildete Welt der Wahn, daß man durch Galvanismus selbst den Tod müsse besiegen können.

Galvani selber hatte freilich nur die Behauptung aufgestellt, daß Nerv und Schenkel des Frosches von einem Lebensstrom gewissermaßen elektrisch geladen seien, wie eine Leidener Flasche, die wir unsern Lesern vorgeführt haben. Er meinte, daß die Berührung der Metalle nur eine Entladung hervorbringe, also eigentlich nur als Leiter wirke. Die Wundersüchtigen der damaligen Zeit dagegen verdunkelten durch ihre Ueberspanntheit diese einfache Anschauung des Professors und wollten alle Räthsel des Lebens durch dieses eine Räthsel, daß sie Galvanismus nannten, enthüllt sehen. Und wirklich sie sahen, was sie zu sehen Lust hatten. —

Da trat ein nüchterner Beobachter und Forscher auf, der der Sache eine ganz neue fruchtreichere Wendung gab, und der Gründer einer ganz neuen Reihe der großartigsten Entdeckungen wurde, und dieser bewies, daß das, was Galvani als eine geheime Kraft bezeichnete, die in den Nerven und Muskeln stecke, dort gar nicht vorhanden sei, sondern eben in den Metallen erzeugt werde, die sich berühren. Dieser Forscher war Volta, dessen Namen und großartigen Verdienste wir schon oft unsern Lesern vorgeführt haben und der den Lehrsatz aufstellte, daß die Metalle, die Galvani bei seinem Versuch anwandte, nicht

blos Leiter einer Kraft sind, die im Frosche stecken, sondern daß diese Metalle an ihrer Berührungsstelle die Erzeuger der Elektrizität seien. Volta hat also durch Galvani's Versuche angeregt, etwas ganz Neues entdeckt, nämlich die Berührungs-Elektrizität, deren Wichtigkeit freilich unendlich groß war, und deren Folgen noch jetzt kaum übersehbar sind.

Wunderbar genug folgte nach der Aufreizung, die Galvani's Entdeckung verursachte, eine Zeit, in welcher man, wie man zu sagen pflegt, das Kind mit dem Bade ausschüttete. Was Volta sah und zeigte, war neu und großartig, aber was Galvani gesehen hatte, war darum doch nicht falsch, obwohl man es als Charlatanerie verschrie.

Lange Zeit zog Volta's Entdeckung das Auge der Forscher ganz auf sich; erst der neuesten Zeit war es vorbehalten, zu beweisen, daß Galvani doch nicht völlig fehlgegriffen hatte, und daß eine thierische Elektrizität wirklich existirt, nicht in den Metallen, sondern in Nerven und Muskeln.

Und von dieser wollen wir jetzt sprechen.

IV. Unterschied der metallischen und der thierischen Elektrizität.

Wie bereits erwähnt, hatte Volta's Entdeckung derart die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch genommen, daß man Galvani's Entdeckung außer Acht ließ.

Jetzt, wo Du Bois-Reymond's vorzüglichen Versuche wieder die eigentliche Forschung Galvani's aufgenommen und zu einem außerordentlich wichtigen Zweig der Wis-

senschaft gemacht haben, jetzt ist es besonders wichtig, sich den Unterschied zwischen dem, was Volta, und dem, was Galvani gelehrt, genau zu merken.

Galvani war durch weitere Versuche zu dem Resultat gekommen, zu behaupten, daß wirklich ein elektrischer Strom zwischen Nerven und Muskeln hervorgerufen werden könne. Er zeigte dies durch den Versuch, daß wenn man die Nerven eines Frosch-Schenkels mit dem Muskel dieses Schenkels in Berührung bringe, dieser Muskel in Zuckung gerathe. Die Metalle, die er anfangs anwendete, hielt er später für überflüssig, wie sie in Wahrheit auch überflüssig sind. Allein Volta, der diese Anwendung der zwei Metalle für die Hauptsache ansah und durch diese auf die große Entdeckung der Berührungs-Elektrizität geführt wurde, übersah ganz die weitere Entdeckung Galvanis und schrieb jede Zuckung des Muskels dem elektrischen Strome zu, der durch die Berührung der zwei Metalle erzeugt wird.

Wenn wir nun jetzt von der thierischen Elektrizität sprechen wollen und die Zuckungen, die die Elektrizität in Muskeln hervorruft, erwähnen, so muß man sehr streng und genau unterscheiden, ob hier von einer Entdeckung Volta's oder einer Galvani's die Rede ist; und dieser Umstand liegt in Folgendem.

Wir haben es bereits früher erwähnt, daß wenn man die beiden Pole einer Voltaischen Säule gleichzeitig berührt, man eine Erschütterung erhält, die ein Zucken verursacht. Während der Berührung der beiden Pole fühlt man nichts weiter; der Strom zirkulirt nun durch den menschlichen Körper, ohne sich bemerkbar zu machen. Erst wenn man den einen Pol wieder losläßt, also die elektrische Kette wieder öffnet, erhält man einen zweiten Stoß.

Diese Erscheinung ist die Entdeckung Volta's. Dieser Versuch hat mit dem etwaigen elektrischen Zustand unserer Nerven und Muskeln nichts zu thun. Es ist nur eine Wirkung auf unsere Nerven und Muskeln, die wir hier wahrnehmen; nicht aber eine elektrische Aeußerung der Nerven und Muskeln selber. Der Grund dieser Erscheinung liegt in den Metallen und ihrer Berührung, weshalb wir auch diesen Versuch und diese Zuckungen als Wirkungen des metallischen Galvanismus bezeichnen wollen.

Wir werden aber sehen, daß Galvani ganz Recht hatte, wenn er behauptete, es seien keine Metalle nöthig, um den Frosch-Schenkel zum Zucken zu bringen; es existire ein elektrischer Zustand im Nerv und Muskel, der gleichfalls sich unter gewissen Bedingungen äußere. Da dies nunmehr ganz außer Zweifel gesetzt ist, so hat man jetzt ein ganz neues Feld von Naturforschung vor sich, wo es sich nicht um metallisch erzeugten Galvanismus und eine Wirkung auf Nerv und Muskel, sondern um wirkliche Elektrizität handelt, die in Nerv und Muskel hervorgerufen werden kann, also um wirklichen thierischen Galvanismus.

Wir heben diesen Unterschied zwischen metallischem Galvanismus und seiner physiologischen Wirkung sowie dem wirklichen thierischen Galvanismus und seiner wahrscheinlichen lebensthätigen Aeußerung deshalb so stark hervor, weil eine Vermischung dieser zwei verschiedenen Dinge eine heillose Verwirrung in den Köpfen der Uneingeweihten erzeugt und das Verständniß oft außerordentlich erschwert hat.

Wie bereits erwähnt, hat die eigentliche Durchforschung der thierischen Elektrizität lange Zeit ganz und gar geruht. Zwar hatte Alexander von Humboldt, dessen

herrliches Verdienst es ist, die Naturforschung mit großer Vorurtheilslosigkeit getrieben zu haben, Galvani's Behauptung bestätigt gefunden und wäre man auf diesem Wege weiter gegangen, so würde unsere Wissenschaft sicherlich bereits einen Schritt weiter vorgeschritten sein; allein die erstaunlichen Erfolge der Voltaischen Entdeckungen machten die thierische Elektrizität ganz vergessen, bis erst der Zufall eigentlich zu dem früher richtig betretenen Weg zurückführte.

Der italienische Gelehrte Nobili wurde nämlich bei einem Versuche, den er mit dem von uns bereits erwähnten Elektrizitätsmesser machte, von der Erscheinung überrascht, daß wirklich ein Frosch-Schenkel ganz ohne metallische Elektrizität ins Zucken geräth, wenn man zwischen Nerv und Muskel eine Leitung herstellt. Nach ihm nahm ein anderer italienischer Gelehrter, Matteucci, diese Forschung und Untersuchung auf und machte glänzende Entdeckungen auf diesem Gebiete. Allein Matteucci verwirrte das wichtige Thema durch leichtfertig aufgestellte Gesetze und Behauptungen, so daß dieser Zweig des Wissens, der vielleicht der interessanteste und lehrreichste unseres Jahrhunderts genannt werden darf, nicht aufgekommen wäre, wenn nicht unser Mitbürger, der hiesige Naturforscher Du Bois-Reymond mit eben so viel Geist wie strenger Beobachtungsgabe die ganze Arbeit noch einmal vorgenommen und mit eben so viel Verdienst wie Beharrlichkeit in seinen glücklichen neuen Entdeckungen den Grundstein zu dieser neuen Wissenschaft gelegt hätte.

V. Du Bois-Reymond's Versuche.

Die Versuche über thierische Elektrizität werden, wie bereits erwähnt, meist an Frosch-Schenkeln gemacht; aber nicht etwa darum, weil die Natur den Schenkel des Frosches besonders mit einer Eigenschaft begünstigt hat, die andere Thiere oder die Menschen nicht besitzen, sondern deshalb, weil der Frosch sich durch zwei Eigenschaften besonders zur Anstellung solcher Versuche eignet. Es ist ein kaltblütiges Thier, das überhaupt nicht so schnell stirbt als ein warmblütiges. Der enthauptete Frosch macht noch stundenlang lebensähnliche Bewegungen. Das ausgeschnittene Herz des Frosches wechselt nach Stunden noch in Zusammenziehung und Ausdehnung regelmäßig so ab wie während des Lebens. Der Frosch hat also ein zähes Leben, wie es jede Hausfrau schon wohl bei anderen Thieren bemerkt hat, die kaltes Blut haben, z. B. beim Krebs und beim Aal; und darum lassen sich mit dem Körper des Frosches gut Versuche anstellen. Zweitens ist es eine Thatsache, daß jemehr Kraft die Natur in ein Organ gelegt hat, desto besser sich an ihm die elektrischen Erscheinungen zeigen. Nun ist der Frosch mit Schenkeln begabt, die zum Springen eingerichtet sind, und der Sprung des Frosches ist gar nicht klein für die Leibesgröße dieses Thieres. Es springt wohl eine Strecke, die zwanzigmal länger ist als er selber. Im Schenkel also liegt eine bedeutende Kraft zur Bewegung und deshalb ist er auch so vorzüglich zum Studium der Elektrizität.

In Wahrheit also besitzt er nur einen Vorzug für die Untersuchung; während das, was man von dem Muskel eines Frosches berichtet, auch für jeden Muskel jedes andern Thieres, ja jedes Menschen gilt, freilich nur in weit geringerem Maße.

Du Bois-Reymond hat seine Versuche angestellt mit den Muskeln vieler Thiere und auch mit den frischen Muskeln eines Menschen, dem man das Bein abgenommen hatte; die Resultate blieben dieselben, wenn auch die Wirkungen nicht so kräftig waren, wie beim Frosche.

Da aber aus diesen Resultaten hervorgeht, daß die Thätigkeit der Nerven im lebenden Körper die größte Aehnlichkeit hat mit den Leitern der Elektrizität; da die Nerven alle aus dem Gehirn und seiner Verlängerung, dem Rückenmark, entspringen oder mit demselben in genauer Verbindung stehen; da das Gehirn selber aus zwei sehr scharf getrennten Massen, einer weißen und einer grauen Substanz besteht, die sich höchst wahrscheinlich zu einander verhalten wie zwei Metalle, die in ihrer Berührung oder Einwirkung auf einander Elektrizität hervorrufen; da endlich alle Lebensfähigkeit ihren Sitz im Gehirn der Geschöpfe hat, so führt dieser Zweig der Wissenschaft dahin, daß man nunmehr einen tiefern Blick als bisher in das innere Wesen der Lebensthätigkeit zu werfen vermag, und daß dies ein neu erschlossener Weg zur nähern Erforschung des größten aller Geheimnisse der Natur, zur Erforschung des Lebens selber ist.

Und deshalb mögen unsere Leser die etwas längere Vorbereitung, die wir zu diesem Thema gemacht, entschuldigen und uns verzeihen, wenn wir um besondere Aufmerksamkeit für denselben bitten.

Gehen wir nun auf den Weg der vortrefflichen Forschungen, die Du Bois-Reymond gemacht, so müssen wir es ihm vor allem Dank wissen, daß er klare und übersichtliche Gesetze über die Wirkungen des metallischen Galvanismus auf die Muskeln und Nerven festgestellt hat.

Man wußte es schon lange, daß, wenn man die beiden

Pole einer galvanischen Säule gleichzeitig berührt und also die galvanische Kette durch den menschlichen Körper geschlossen wird, man im Moment des Schließens einen Schlag fühlt. Läßt man sich dadurch nicht stören und hält die Kette geschlossen, so zirkulirt der elektrische Strom durch den Körper, ohne jedoch fühlbar zu sein. Erst wenn man die Kette unterbricht, also den einen Pol losläßt, oder den Draht vom Apparat trennt, dann erhält man einen zweiten Schlag.

Man nennt den ersten Schlag den Schließungs=Schlag, den zweiten den Oeffnungs=Schlag.

Du Bois=Reymond hat diese Erscheinung schärfer gefaßt und ein genaueres Gesetz hierüber festgestellt. Nicht das Oeffnen und Schließen der Kette, wie man bisher meinte, macht diese empfindliche Wirkung, sondern jede Schwankung des Stromes, jedes stärker und schwächer Werden desselben bringt diese Empfindung hervor. Nur der gleichbleibende Strom ist ohne empfindliche Wirkung; bleibt er sich aber nicht gleich, so giebt jede Veränderung, sie mag nun in Verstärkung oder Verminderung bestehen, sich in einer entsprechenden Empfindlichkeit kund.

Hieran schließt sich das zweite von Du Bois=Reymond festgestellte Gesetz, daß je *schneller* dieser Wechsel, desto stärker die Empfindung, wenn auch die Menge der Elektrizität ganz gering ist. Der heftige Schlag, den man bei der Entladung einer Leidener Flasche erhält, welche sehr wenig Elektrizität besitzt, ist dadurch erklärt. Er rührt von der *Schnelligkeit* ihrer Entladung her.

VI. Die verschiedene Wirkung der auf- und abwärts gehenden galvanischen Ströme.

Auch die Zuckungen, welche sowohl beim Schließen, wie beim Oeffnen der galvanischen Kette erfolgen, führten Du Bois-Reymond's Untersuchungen auf ein bestimmtes Naturgesetz hin.

Diese Zuckungen zeigen sich am deutlichsten an Froschschenkeln, die beide nur noch mit den Nerven am Rücken verbunden sind. Man hängt diese Schenkeln so auf, daß man jedes Bein des Frosches in ein besonderes Glas Salzwasser eintaucht; bringt man nun die zwei Pole einer galvanischen Kette in die zwei Gläser, so zucken die Schenkel sowohl bei dem Herausnehmen wie bei dem Einlegen eines der Pole, das heißt beim Oeffnen und Schließen der Kette. —

Nun aber fand es sich, daß es ein Unterschied sei mit diesen Zuckungen, daß zuweilen die Schließungs-, zuweilen die Oeffnungszuckung stärker ist. Du Bois hat auch diese Erscheinung gründlich untersucht und folgendes Gesetz gefunden.

Die Nerven kommen, wie wir wissen, alle aus dem Gehirn und der Verlängerung desselben, dem Rückenmark, und laufen wie Schnüre durch den Körper, bis sie in irgend einen Muskel eintreten, in welchem sie sich nach allen Theilen desselben in den feinsten Fäden verbreiten. Versuche haben gezeigt, daß ihr Ursprung das Gehirn ist und daß der Theil, der im Muskel sich verbreitet, ihren Verlauf vorstellt; und dies ist dadurch erwiesen worden, daß wenn man den Nerv an irgend einer Stelle durchschnitten hat, der Theil, der mit dem Gehirn in Verbindung bleibt, noch thätig ist, während der Theil, der mit dem Muskel verwachsen ist, sofort unwirksam wird. Hiernach kann man sagen, die Nerven steigen vom Gehirn ab-

wärts nach den Muskeln, und deshalb wollen wir diese Richtung nach abwärts als die Richtung vom Ursprung zur Verzweigung bezeichnen.

Von diesem bekannten Gesichtspunkt ausgehend fand Du Bois, daß es einen Unterschied in den Zuckungen ausmacht, je nach der Art und Weise, in welcher man den elektrischen Strom durch die Frosch-Schenkel gehen läßt.

Läßt man den Strom derart durch den Frosch-Schenkel gehen, daß er in der Richtung nach abwärts, also vom Ursprung im Gehirn zur Verzweigung im Muskel strömt, so ist die stärkere Zuckung beim Schließen der Kette vorhanden; läßt man den Strom aufsteigend strömen, so tritt die Oeffnungszuckung stärker hervor.

Bei dem erwähnten Versuch mit den Frosch-Schenkeln wird der elektrische Strom in einem galvanischen Apparat erzeugt. Der Strom geht hierauf durch den einen Pol ins Salzwasser, sodann durch dieses bis zu dem Fuß des Frosches. Sodann steigt dieser Strom aufwärts im Fuße bis zu dem Nerv, der ins Rückmark führt. Von hier geht der Strom auf den Nerv des anderen Fußes über und wandert durch diesen Fuß abwärts bis ins Salzwasser, um dort zu dem zweiten Draht und durch diesen wieder zu dem galvanischen Apparat zu gelangen. Hier also sieht man den Strom durch einen Fuß des Frosches aufwärts, durch den andern abwärts steigen. Man hat hier also einen Strom nach beiden Richtungen, in dem einen Bein in der Richtung von den Muskeln zum Gehirn und in dem andern Bein in der Richtung vom Gehirn zum Muskel, und deshalb zeigt sich bald in dem einen, bald in dem anderen Bein die stärkere Zuckung, je nachdem man die Schließungs- oder die Oeffnungszuckung beobachtet.

Ja, wie Du Bois zeigt, braucht man nur einige Zeit zu warten, bis die Frosch-Schenkel etwas von ihrer Energie verlieren und es tritt dann ein Moment ein, wo der eine Schenkel nur noch beim Schließen, der andere nur noch beim Oeffnen der Kette zuckt, wodurch das von ihm aufgestellte Gesetz sich leicht beweisen läßt.

Im allgemeinen kann man sogar durch dieses Gesetz den Lauf der elektrischen Ströme prüfen. Wenn man einen Strom durch einen Frosch-Schenkel gehen läßt und er zuckt nur beim Schließen der Kette, so kann man sicher sein, daß der Lauf des elektrischen Stromes in der Richtung nach abwärts geht, das heißt, daß der Strom in der Richtung vom Gehirn nach dem Fuße fließt. Zuckt aber der Schenkel nur beim Oeffnen der Kette, so kann man sicher sein, daß man es mit einem elektrischen Strom zu thun hat, der in der Richtung nach aufwärts läuft, das heißt in der Richtung von den Beinen des Frosches nach dem Kopfe hin.

Man kann daher durch einen Frosch-Schenkel die Richtung des Stroms einer galvanischen Batterie prüfen, eine Prüfung, wozu man sich bis jetzt eines anderen Instrumentes bedienen mußte.

Nachdem von Du Bois in dieser Weise die Wirkung eines durch metallischen Galvanismus erzeugten Stromes auf Nerven und Muskeln in bestimmten Gesetzen festgestellt worden, ist es jetzt Sache der Wissenschaft, hieraus weitere Schlüsse zu ziehen, um diese bei vorkommenden Fällen beachten zu können.

Es kommen gegenwärtig die elektro-magnetischen Kuren vielfach in Aufnahme; hierbei wendet man hauptsächlich ein schnelles Schließen und Oeffnen der Ketten an, um durch irgend ein erkranktes Glied des Körpers Ströme hindurch gehen zu lassen. Vorausgesetzt, daß

eine heilsame Wirkung hieraus erfolgen soll — was freilich nur in beschränktem Maße der Fall zu sein scheint — so ist es leicht einzusehen, daß man nur auf unklare Resultate wird kommen können, wenn man nicht die von Du Bois entdeckten Gesetze berücksichtigt und wohl unterscheidet zwischen aufwärts und abwärts gehenden Strömungen und den Wirkungen des Schließens und denen des Oeffnens der Kette. — So lange dies nicht geschieht, werden alle sogenannten magnetischen Heil-Kabinete nur im Dunkeln herumtappen mit ihren Versuchen, die man schon als Kuren ausgiebt.

Die erwähnten Gesetze, deren Feststellung die Wissenschaft den Forschungen Du Bois-Reymond's zu verdanken hat, sind indessen nur Vorbereitungen seiner eigentlichen Untersuchungen gewesen, die er über die wirkliche thierische Elektrizität angestellt hat. —

Diese wichtigen Untersuchungen sind von ihm nicht minder glücklich bis zu der Stufe gebracht worden, wo sie eine strengwissenschaftliche Grundlage erhalten haben, da es ihm auch hier gelungen ist, Naturgesetze der thierischen Elektrizität festzustellen. Zu diesen Untersuchungen mußte sich Du Bois erst die Instrumente selber herstellen, da die bisherigen nicht ausreichten, um sichere Resultate zu liefern.

Bis zu seiner Zeit machte man Versuche dieser Art hauptsächlich mit Fröschen, denen man die Haut abzog, wodurch ihre elektrische Empfindlichkeit freilich gesteigert wurde. Die Natur und Stärke der elektrischen Strömungen untersuchte man durch die Elektrizitätsmesser, welche wir bereits beschrieben haben und die aus empfindlichen Magnetnadeln bestehen, in deren Nähe man viele Windungen von umsponnenen Drähten anbrachte, um die Magnetnadel zur Abweichung zu bringen, sobald ein

elektrischer Strom durch die nahen Drähte zieht. Man nennt solch ein Meß-Instrument der Elektrizität: den Multiplikator, und der Kürze wegen wollen wir diesen Namen auch beibehalten. Endlich wurde die Methode beibehalten, daß man in vorkommenden Fällen die entsprechenden Theile des Frosches in Salzlösungen brachte und diese als Leiter der Elektrizität benutzte.

Du Bois verwarf dieses ganze Verfahren.

Er sah ein, daß man mit ganzen Fröschen, oder auch nur ganzen Gliedern des Frosches so gut wie auf gar kein sicheres Resultat gelangen könne, weil hierbei eine ganze Partie Muskeln und Nerven thätig sind und man niemals wissen kann, wo, wie und welch ein Theil hier wirksam ist. Er unterwarf zu seinem Zwecke einzelne von dem Thiere getrennte Muskeln und Nerven einer Untersuchung und gelangte nur so zu seinen sicheren und festen Resultaten.

Um die Natur und die Stärke der elektrischen Ströme, die sich zeigen könnten, zu untersuchen, mußte Du Bois sich das Instrument, den erwähnten Multiplikator, erst selbst bauen, da alle damals existirenden nicht diejenige Feinheit und Empfindlichkeit besaßen, die zu seinen Untersuchungen nöthig sind. Gegenwärtig sind bereits unter seiner Leitung mehrere so feine Instrumente angefertigt worden; aber sie gehören noch immer zu den Seltenheiten, weshalb es nicht leicht ist, einen Versuch, den Du Bois angiebt, ohne weiteres nachzumachen.

Endlich vermied es Du Bois bei seinen Versuchen, irgend einen Theil eines zu prüfenden Muskels oder Nervs in irgend welche Flüssigkeit zu bringen, weil er mit Recht den elektrisch-chemischen Einfluß einer solchen Benetzung fürchtete und eine Störung der gewonnenen Resultate hierbei voraussah.

Es würde uns zu weit führen, wenn wir die Sorgfalt näher bezeichnen wollten, die bei seinen Versuchen beobachtet worden ist; wir wollen nur mit einem Worte sagen, daß diese Sorgfalt alles übertrifft, was vor ihm geleistet wurde und daß gerade dieser Umstand seinen Forschungen den Werth einer strengen Wissenschaftlichkeit verleiht. —

Kommen wir nun auf die Resultate, die aus Du Bois' Untersuchungen sich ergeben haben, so erscheinen sie für den ersten Augenblick freilich unbedeutend gegenüber den überschwenglichen Träumereien, denen man sich beim Auftreten des Galvanismus hingab, wo man das Räthsel des Lebens erfaßt zu haben glaubte, wenn man statt seiner ein neues Räthsel, den Galvanismus setzte; allein der Werth der jetzigen gewonnenen Resultate liegt eben darin, daß man nicht mehr so viel vom galvanischen Vorgang im lebenden Körper in Pausch und Bogen spricht, sondern einfacher, wie es einer Wissenschaft ziemt, beginnt und mit Sicherheit sagen kann, was in einem besonders geprüften Muskel und Nerv von galvanischen Strömungen vor sich geht. Wie diese Strömungen in einander greifen und zu welchem Resultat sie beim gesammten Lebensprozeß führen, das darf man wohl vermuthungsweise aussprechen; von wahrem wissenschaftlichem Werthe jedoch bleibt immer nur ein sicheres Vorschreiten vom Einzelnen und Kleinen zum Ganzen und Großen; ein Vorschreiten, zu welchem eben die Bahn durch Du Bois geebnet worden ist.

Du Bois hat Muskeln und Nerven besonders untersucht und in Bezug auf die Muskeln gefunden, daß jeder Muskel eines lebenden Wesens während des Lebens und auch kurze Zeit nach dem Tode der Sitz einer galvani-

schen Strömung ist, und zwar ist diese Strömung derart, daß jedes Stück des Querschnitts eines Muskels negativ elektrisch ist gegen jeden Punkt des Länzenschnittes des Muskels.

Wir wollen dieses Grundgesetz unsern Lesern deutlich zu machen suchen.

VII. Die Elektrizität in den Muskeln.

Ein Muskel ist eigentlich das, was man gewöhnlich Fleisch nennt. Wenn wir Fleisch essen, essen wir Theile von Muskeln größerer oder ganze Muskelpartien kleinerer Thiere. Untersucht man jedoch die Beschaffenheit und das Wesen eines ganzen Muskels, so findet man immer, daß er eine Art Band aus Fleisch ist, das mit seinem einen meist schmalen Ende an einen Knochen angewachsen ist, während sein zweites schmales Ende an dem nächsten Knochen ansitzt. Er bildet also eine längliche Fleischbrücke von einem Knochen zum andern. Die Bestimmung des Muskels ist, das Glied, das der zweite Knochen bildet, zu bewegen, und diese Bewegung bringt der Muskel dadurch hervor, daß er sich im gesunden Zustand nach dem Willen des Thieres zusammenziehen kann, das heißt, er wird kürzer und dicker, namentlich in seiner Mitte, wodurch er natürlich den Knochen, an dem er mit seinem untern Ende angewachsen ist, mit sich zieht und so zur Bewegung veranlaßt.

All' unsere Bewegungen, unser Gehen, Laufen, Springen, Schwimmen, Strecken, Beugen, Setzen, Aufstehen, die Bewegungen unseres Gesichtes beim Sprechen, Lachen, Weinen, Denken und Empfinden, mit einem Worte sämmtliche Bewegungen eines lebenden Wesens rühren

einzig und allein von dem Zusammenwirken jener Muskel-Zusammenziehungen her. Sobald in den Muskeln diese Zusammenziehungskraft verloren geht oder gestört wird, ist der Körper starr und unbeweglich.

Wer hiervon noch keine rechte Anschauung hat, der beobachte z. B. seinen Oberarm dort, wo das dicke Fleisch sich befindet. Streckt man den Arm aus, so liegt der dicke Muskel gestreckt; er fühlt sich weich an und man bemerkt an ihm, daß er nicht thätig ist; biegt man aber den Ellbogen ein, so daß die Hand der Schulter sich nähert, so sieht man wie der Muskel sich zusammenzieht, zusammenballt, kürzer und dicker wird, und in diesem Zustand fühlt er sich hart an, zum Zeichen, daß er gepreßt und zusammengezogen, also thätig ist. — Gemeinhin nun glauben Viele, daß der Muskel diesen Zustand annehme, weil man den Arm gebogen habe; das aber ist falsch. Nicht der gebogene Arm macht den Muskel ballig und zusammengezogen, sondern umgekehrt. Das Zusammenziehen des Muskels am Oberarm, der mit seinem zweiten Ende am Knochen des Unterarms angewachsen ist, hat es bewirkt, daß der Arm sich einbiegen mußte. Daher kommt es, daß wenn man sich diesen Muskel am Oberarm stark verletzt hat, man den Oberarm selber noch ganz gut im Gelenk bewegen kann, während man den Unterarm nicht einzubiegen und die Hand nicht zur Schulter zu bringen vermag.

Fragt man sich nun, woher kommt es, daß der Muskel sich nach unserm Willen zusammenziehen kann? so giebt hierauf die Wissenschaft die Antwort, daß der Wille in unserm Gehirn seinen Sitz hat. Von dem Gehirn aus oder von dessen Verlängerung, dem Rückenmark, gehen Nerven nach jedem einzelnen Muskel, worin sie sich in die feinsten Aeste vertheilen und diese Nerven,

die wie Schnüre aussehen, bringen zum Muskel die Botschaft des Gehirns und geben ihm das Vermögen, die Zusammenziehung zu vollbringen. Durchschneidet man solchen Nervenfaden, so verliert der Muskel, ohne sonst irgendwie verletzt zu sein, die Kraft sich zu bewegen und er hängt schlaff und unthätig im Körper.

Das Interessante an diesem wunderbaren Vorgang ist, daß die Nervenschnüre nicht etwa selber sich bewegen, nicht etwa gezogen werden, wie an einer Maschinerie, und dadurch auch die Muskeln in Bewegung setzen, sondern daß die Nerven still liegen an ihrem Orte und nur die Anregung zur Bewegung fortleiten. Im vollen Sinne des Wortes gleichen die Nerven hierin den Leitungsdrähten eines elektrischen Telegraphen. Wie diese Drähte ruhig daliegen in der Erde oder über der Erde und weiter keine Rolle spielen, als daß sie die Elektrizität leiten, so thun es auch die Nerven mit der Anregung, die sie vom Gehirn aus empfangen. Sie sind nur die Leiter der Anregung. Und ganz so wie die Drähte zu einem entfernten Eisen einen elektrischen Strom bringen, der ihn zum Magneten macht, der ihm Anziehungskraft verleiht, welche Bewegungen der telegraphischen Apparate hervorbringt, ganz so bringt ein Nerv nur einen Strom zum Muskel und dieser Strom verleiht ihm die Kraft der Anziehung, welche Bewegungen der Glieder veranlaßt.

Schon aus diesem Vergleich, der, wie wir noch sehen werden, keineswegs unbegründet ist, geht hervor, daß jeder Muskel ein Apparat ist, der in Folge einer Anregung sich zusammenzieht, daß also der Muskel nicht etwa von Nerven bewegt wird, wie eine Klingel durch den Klingelzug, sondern wie ein mit einer bestimmten Kraft

begabter Apparat, der in Folge einer Anregung nur in Thätigkeit gesetzt wird.

Und welches ist diese bestimmte Kraft? Sie ist eine elektrische Kraft.

Du Bois-Reymond's Untersuchungen haben den Beweis geführt, daß, wenn man einen Muskel quer durchschneidet und einen Punkt dieses Querschnittes in leitende Verbindung bringt mit irgend einem Punkt am Muskel auf seiner ganzen Länge, daß dann ein elektrischer Strom entsteht, und zwar derart, daß aus der Stelle des Querschnittes ein Strom negativer Elektrizität nach der mit ihm leitend verbundenen Stelle der Länge sich bewegt.

Nachdem diese Entdeckung einmal festgestellt ist, hat man um so mehr Ursache anzunehmen, daß dieser elektrische Strom im Muskel, den man nach Du Bois den Muskelstrom nennt, die eigentliche Kraft ist, die im lebenden Muskel fortwährend vorhanden ist und die es bewirkt, daß in Folge einer Nerven-Anregung der Muskel sich zusammenzieht, daß also die Quelle der Muskelbewegungen in der thierischen Elektrizität liegt, von welcher der Muskel einen bestimmten Theil enthält.

VIII. Schwächung und Stärkung des Muskelstromes.

Eine weitere Untersuchung des elektrischen Stromes, der in jedem Muskel vorhanden ist, führte Du Bois zu dem Resultat, daß der elektrische Strom abnimmt, sobald der Muskel sich zusammengezogen hat und daß er erst in seiner natürlichen Lage wieder an elektrischer Kraft gewinne.

Du Bois führt den Beweis hierfür in der Weise, daß

er von einem Muskel ein kleines Stück in der Quere abschneidet, die Stelle, wo das Stück fortgeschnitten ist, also den Querschnitt mit außerordentlicher Vorsicht in leitende Verbindung mit einem Gefäß Salzwasser setzt. Desgleichen bringt er irgend einen Punkt aus der Länge des Muskels in leitende Verbindung mit einem zweiten Glase Salzwasser. Indem er nun in die beiden Gläser die zwei Drähte des Elektrizitäts-Messers, des Multiplikators, einlegt, ist eine Kette geschlossen für den elektrischen Strom, der von dem Querschnitt des Muskels an das Glasgefäß, von diesem in den einen Draht des Multiplikators hineingeht. Hier durchläuft der Strom alle Drahtwindungen, die an dem höchst empfindlichen Instrument, mit dem Du Bois seine Versuche angestellt hat, sich auf 24,000 belaufen. Von diesen Windungen geht nun der Strom nach dem zweiten Draht des Multiplikators, von hier nach dem zweiten Glasgefäß und sodann wieder in den Punkt des Muskels über, dessen Längenseite in leitender Verbindung mit dem Salzwasser ist. Daß wirklich ein elektrischer Strom hier den Kreis beschreibt, das verräth die Magnetnadel des Multiplikators, die von der Richtung des Erdmagnetismus, als in der Richtung von Nord nach Süd, abweicht und sich etwas ostwestlich stellt.

Es ist klar, daß je stärker der Strom im Muskel ist, desto mehr vermag er die Magnetnadel abzulenken, und daß je schwächer der Strom wird, desto mehr wird die Nadel in ihre natürliche Lage zurückkehren.

Dies ist der Zustand des Muskelstromes, wenn der Muskel nicht zusammengezogen wird; sobald jedoch eine Zusammenziehung des Muskels stattfindet, zeigt es sich, daß der Strom im Muskel abnimmt.

Du Bois führt hierfür folgenden Beweis.

Er stellt den eben angeführten Versuch mit einem Mus-

kel an, der noch an einem Nervenfaden hängt. Wenn man diesen Nervenfaden in irgend einer Weise reizt, so zuckt der Muskel. Dieses Zucken tritt auch ein, wenn man durch ein kleines Stück des Nervs einen elektrischen Strom leitet, und zwar zuckt der Muskel beim Oeffnen und Schließen der elektrischen Kette. Bringt man einen Apparat an, der ein schnelles Oeffnen und Schließen der Kette veranlaßt, so tritt ein so häufiges Zucken im Muskel ein, daß er sich zusammenballt und krampfartig zusammengezogen bleibt. — Untersucht man nun in oben angegebener Weise den elektrischen Strom des Muskels, wenn er zusammengezogen, so findet es sich, daß der Strom schwächer geworden ist, denn die Magnetnadel begiebt sich während der Zeit, daß der Muskel zusammengeballt liegt, zurück in die Richtung von Nord nach Süd.

So wenig für den ersten Augenblick dieser Versuch von Bedeutung für das Leben scheint, so wichtig wird er, wenn man näher hierüber nachdenkt.

Wir wissen, daß wir bei bedeutender Muskelanstrengung, also beim Gehen, Laufen, Arbeiten 2c. müde werden. Erst nach einiger Ruhe werden wir wieder kräftig und hierzu ist nicht einmal frisch eingenommene Nahrung nöthig, sobald nur Nahrungsstoff genug im Körper vorhanden ist.

Was aber ist Ermüdung? Woher rührt sie? Warum macht die angestrengte Benutzung eines Muskels diesen auf einige Zeit schwach?

Die Benutzung eines Muskels beruht auf seinen häufigen und andauernden Zusammenziehungen, und da Du Bois' Versuche zeigen, daß bei Zusammenziehungen die elektrische Strömung des Muskels abnimmt, so hat man Ursache anzunehmen, daß die Ermüdung in Folge

eines Mangels elektrischer Strömung eintritt, die im Muskel zum Vorschein kommt.

Bedenkt man, daß es sich gezeigt hat, wie in einem kräftigen Muskel ein starker elektrischer Strom existirt, so hat man Grund, auch umgekehrt zu schließen, daß ein starker Muskelstrom in dem Muskel eine starke Kraft der Zusammenziehung, also seiner gesammten Thätigkeit erzeugt. Häufige Zusammenziehungen, die den Muskelstrom schwächen, müssen also auch seine Kraft schwächen, und ihn zur Ermüdung bringen.

Ein müder Mensch ist also ein Mensch, der seine Muskeln zu häufig zusammengezogen und hierdurch die elektrischen Ströme seiner Muskeln geschwächt hat.

Freilich wird man hiergegen einwenden können: Wie könnt Ihr von einem todten Muskel, an dem Du Bois die Versuche angestellt hat, auf einen lebenden schließen, der im menschlichen Körper thätig ist? Die dauernde Zusammenziehung, die man künstlich an einem todten Muskel hervorruft, ist ja eigentlich nur ein übermäßiges, schnelles Zucken. Der todte Muskel kann sich nicht so schnell zusammenziehen und ausdehnen und ballt sich daher krampfhaft zusammen. Wie will man diesen Kampf des todten Muskels mit der dauernden Thätigkeit eines Muskels im lebenden Wesen vergleichen und hieraus Schlüsse ziehen?

Die Antwort auf diese Frage hat Du Bois durch seine neueste glänzendste Entdeckung in höchst überraschender Weise gegeben. Wir werden sehen, daß er den schlagendsten Beweis geliefert, wie man das, was er am todten Muskel beobachtet hat, auch am lebenden zu zeigen im Stande ist.

IX. Versuch über die elektrische Muskelströmung.

Den Beweis, den Du Bois-Reymond führt, um zu zeigen, daß das, was sich am Muskel frisch getödteter Thiere von elektrischen Strömen zeigt, auch bei lebenden Wesen stattfindet, ist eben so schlagend wie überraschend. Es geht aus diesem Beweis hervor, daß durch die Glieder, z. B. der Arme des Menschen, ein abwärts gehender Strom sich bewegt, und daß dieser unter Umständen auch einer Messung unterworfen werden kann.

Zu diesem Zweck bringt Du Bois die beiden Drähte seines großen Multiplikators in zwei Gläser mit Salzwasser und taucht in jedes der Gläser den Zeigefinger einer Hand hinein. Hierdurch ist eine geschlossene Kette entstanden, die von den beiden Armen und dem Körper und den Drähten und Windungen des Multiplikators gebildet wird. So lange Du Bois die Arme in natürlicher Lage läßt, zeigt sich keine Abweichung der Magnetnadel des Multiplikators. Es gehen zwar elektrische Ströme aus den Armen; aber da sie beide abwärts gehen, so begegnen sie sich und heben sich gegenseitig auf.

Nun aber zieht Du Bois die Muskeln des rechten Armes zusammen und sofort wird der elektrische Strom des Armes schwächer, ganz so wie es bei zusammengezogenen Muskeln frisch getödteter Thiere der Fall ist. Hierdurch überwiegt der Strom, der zum andern Arm abwärts strömt, und man beobachtet sogleich an der Magnetnadel des Multiplikators, daß sie von der Richtung von Nord nach Süd abweicht und einen elektrischen Strom anzeigt, der vom nicht zusammengezogenen Arm in das eine Glasgefäß, durch das darin befindliche Salzwasser zum Draht des Multiplikators, sodann durch die Windungen des Multiplikators geht, wo er die Magnetnadel zur Ab-

weichung bringt. Sodann geht der Strom durch den zweiten Draht des Multiplikators zum zweiten Glasgefäß, durch dessen Flüssigkeit zum eingetauchten Finger und steigt den Arm hinan, der, weil seine Muskeln zusammengezogen sind, nur einen schwachen Strom ihm entgegenschickt, einen schwachen Strom der von dem stärkern überwunden wird. Der stärkere Strom geht also weiter und durch den Körper, so daß sich ein fortwährender Kreislauf eines elektrischen Stromes herstellt, so lange die Muskeln des einen Armes zusammengezogen bleiben.

Hört Du Bois auf, die Muskeln zusammenzuziehen, so stellt sich nach einiger Zeit die Strömung durch beide Arme wieder gleichmäßig her und man sieht die Nadel zurücklenken nach der Richtung von Nord nach Süd.

Dieser im höchsten Grade überraschende lehrreiche Versuch bietet in der Ausführung einige Schwierigkeiten, weil eine starke Uebung dazu gehört, die Muskeln nur eines Armes anhaltend zusammenzuziehen, ohne mit dem andern Arm zu zucken, weshalb ein Mißlingen des Versuches nicht selten ist.

Wir sagen nicht zu viel, wenn wir behaupten, daß diese Entdeckung Du Bois-Reymond's zu den bedeutendsten unserer Zeit gezählt werden kann. Die streng-wissenschaftliche Gewissenhaftigkeit dieses Forschers verbietet ihm, unsichere Möglichkeiten, die sich aus dieser Entdeckung vielleicht noch entwickeln werden, auszusprechen; uns aber, die wir zwar nicht gern der Wundersucht des Publikums und der Elektrizitäts-Narren huldigen, aber gleichwol einmal bei einer bedeutenden Entdeckung hinausgreifen in die Zukunft, um auf deren mögliche Folgen aufmerksam zu machen, uns mag es gestattet sein, von der möglichen Zukunft auch dieser Entdeckung ein paar Worte zu sprechen.

Vor allem wollen wir nur sagen, daß es das höchste Staunen erregen muß, wenn man bedenkt, daß der Mensch durch eine willkürliche Bewegung seines Armes im Stande ist, eine von ihm weit entfernte Magnetnadel zu bewegen. Es steht fest, daß der Multiplikator in Amerika stehen könnte; wenn nur dicke Drähte bis hierher geleitet würden, so würde ebenso eine Muskelzusammenziehung eines Armes genügen, um die dortige Magnetnadel zum Abweichen zu bringen.

Bedenkt man aber, daß die Muskelzusammenziehung nur durch den Willen geschieht, daß dieser seinen Sitz im Gehirn hat, daß in diesem Gehirn nur etwas vorgeht, das man geistige Thätigkeit nennt, so kann man im vollen Sinne des Wortes sagen, daß die Nadel in Amerika durch den geistigen Willen im Gehirn eines Menschen in Berlin bewegt wird.

Nun aber wissen wir, daß gegenwärtig noch in ganz England die Telegraphie nur auf den Ablenkungen einer Magnetnadel eines Multiplikators beruht, und daß man durch solche wiederholte Ablenkungen im Stande ist, ganze Reihen von Gedanken in die weiteste Ferne mitzutheilen. Denkt man nun an den Fall, daß einmal ein noch empfindlicherer Multiplikator erfunden wird als der von Du Bois, so ist die Möglichkeit gegeben, durch diesen direkte telegraphische Nachrichten vom Gehirn eines Menschen aus in die weiteste Ferne senden zu können, sobald es der Mensch nur versteht, die Muskeln seines Armes in entsprechender Weise zusammenzuziehen. —

Das ist freilich nur eine Spielerei, und mag uns als solche verziehen werden; aber die Möglichkeit, noch empfindlichere Multiplikatoren zu bauen, ist ein ernster Gedanke, an den sich wichtige Folgerungen anschließen.

X. Mögliche Folgen der Du Bois'schen Entdeckungen.

Schon die gegenwärtigen Multiplikatoren, die nach Du Bois' Angaben gebaut sind, besitzen eine so große Empfindlichkeit, daß sie bereits sehr merkbar zeigen, ob eine Person, die die Finger in die beiden Glasgefäße steckt, einen stärkeren oder einen schwächern elektrischen Strom errege, das heißt, ob in den Arm-Muskeln dieser Person eine stärkere oder schwächere Strömung von Elektrizität stattfinde. Da nun die Muskelstärke, die eigentliche Bewegungsfähigkeit dieser Person, in so genauem Zusammenhang mit dem in den Muskeln thätigen elektrischen Strome steht, so kann man schon jetzt sagen, daß man an einem Du Bois-Reymond'schen Multiplikator ein Instrument besitzt, durch welches man die Stärke, die Muskelkraft eines Menschen prüfen, oder messen kann.

Freilich gehört hierzu eine ungemein große Sorgfalt, um zu genauen Resultaten zu kommen. Nach den neuesten Erfahrungen dieses verdienstvollen Forschers genügt die kleinste Wunde, der geringste Nadelstich in dem einzutauchenden Finger, um einen störenden Einfluß auf das Instrument auszuüben. Der elektrische Strom wird nämlich durch die verwundete Stelle, wo die schützende Haut fehlt, kräftiger strömen als durch den andern Finger, der mit ganz unverletzter Haut umgeben ist. Ferner ist der linke und der rechte Arm ohnehin bei den allermeisten Menschen von nicht gleicher Stärke, und es zeigen sich demnach auch schon Unterschiede in den Strömen, die auf das Instrument einwirken.

Denkt man sich jedoch eine weiter gehende Vervollkommnung dieses Instruments oder die Entdeckung eines andern Instrumentes, das dieses an Empfindlichkeit und Sicherheit noch übertrifft, so wird man wirklich im

Stande sein, nicht nur die elektrischen Ströme verschiedener Personen zu messen und deren Stärke genau zu bestimmen, sondern man wird auch jedes einzelne Glied einer Person in Hinsicht seiner Stromstärke prüfen können und einen Maßstab besitzen, wonach man die Gesundheit, die Erstarkung oder die Abschwächung einzelner Glieder wird abschätzen können.

Schon seit langer Zeit weiß man mit ziemlicher Sicherheit, daß die Elektrizität bei der Lebensthätigkeit des menschlichen Körpers eine große Rolle spielt, und auf diesem an sich richtigen Grundsatz beruhen zum großen Theil die elektrischen Kuren, die jetzt nicht ungewöhnlich sind. Allein jeder Arzt, der es ernst mit seiner Kunst meint und sie zur Höhe einer Wissenschaft erheben will, wird eingestehen, daß bisher erst ein noch ganz dunkeles Herumtappen mit den Heilmitteln der Elektrizität stattfindet, und nur für sehr wenige Fälle einige Sicherheit im Erfolge angegeben werden kann. Erst dann, wenn Du Bois-Reymond's Forschungen fortgesetzt und erweitert und die Instrumente vervollkommnet und verfeinert werden, erst dann wird man den Weg zu einer wirklichen wissenschaftlichen Erkenntniß der gesunden und krankhaften Zustände des menschlichen Körpers und seiner einzelnen Theile besitzen, erst dann darf man hoffen, das Krankheiten und ihre Ursachen, wenn sie auf Abweichungen der elektrischen Strömungen beruhen, besser erkannt werden, und dann erst wird die Möglichkeit zur Sprache kommen dürfen, ob man für Krankheiten, deren Ursache man erkennt, irgend ein Mittel in irgend einem elektrischen Verfahren zu finden hoffen darf.

Vielleicht ist die Zeit nicht mehr fern, wo jeder gewissenhafte Arzt einen Apparat wie den Multiplikator eben so nothwendig braucht, wie er sich des in neuerer Zeit in

Aufschwung gekommenen Höhr-Rohrs bedient, um den Zustand der Lungen und des Herzens im Menschen zu untersuchen; und obwohl vorauszusehen ist, daß durch solche Instrumente der stets schnell fertigen Charlatanerie nicht wenig Spielraum zu Selbsttäuschungen und Täuschungen des Publikums gegeben werden wird, so dürfen wir es doch als einen erfolgreichen Schritt ansehen, wenn erst die elektrische Untersuchung in dieser Beziehung beginnen würde.

Mit Genugthuung ersehen wir aus den Zeitungen, daß es meist jüngere berliner Aerzte sind, die die Vorlesungen Du Bois-Reymond's besuchen, wie wir denn auch aus Berichten wissen, daß seine Entdeckungen namentlich in England günstige Aufnahme gefunden haben, und so zu der Hoffnung berechtigt sind, daß in dieser für alle Praxis so glücklich thätigen Nation ein weiterer Fortschritt sich ergeben werde.

Wer weiß, ob nicht schon das kommende Geschlecht es erlebt, daß solche Instrumente, die gegenwärtig nur erst in den Händen einzelner Forscher sich befinden, im verbesserten und vervollkommneten Zustand sich in den Händen von Tausenden befinden, um noch ungeahnte Dienste im praktischen Leben zu leisten! — Die Zukunft der elektrischen Forschungen und die Verwendung einer Entdeckung ist so unübersehbar groß, daß man sich gegenwärtig kaum eine Vorstellung von der Ausdehnung machen kann, die sie noch zu nehmen berufen ist, und ebenso wie man vor zwanzig Jahren selbst in den gebildeten Kreisen nur auf Spott und Lächeln hätte rechnen können, wenn man vorausgesagt hätte, welche Rolle heute die elektrischen Telegraphen in der Welt spielen würden, ebenso darf man jetzt nur auf ungläubiges Lächeln rechnen, wenn man die Verwendung der Elektrizität in den nächsten

zwanzig Jahren voraussagen wollte. — Daß aber Du Bois-Reymond's Entdeckungen nicht fruchtlos für die Zukunft sein werden, können wir trotzdem hinstellen und vielleicht wird es in zwanzig Jahren so gewöhnlich sein, die Muskelkraft eines Menschen oder eines Zugthieres, die Gesundheit eines Militairpflichtigen oder eines vorgeblichen Kranken durch einen Multiplikator zu prüfen, wie es jetzt schon gebräuchlich ist, sich im gewöhnlichen Leben eines Thermometers zu bedienen.

Wir wollen uns indessen nicht in die dunkle Zukunft verlieren, sondern zu unserm Thema zurückkehren, wo wir unsern Lesern noch eine weitere Entdeckung Du Bois' über die elektrische Thätigkeit in den Nerven vorzuführen haben.

XI. Die galvanischen Ströme in den Nerven.

Außer den elektrischen Strömen in den Muskeln hat Du Bois-Reymond auch elektrische Ströme in den Nerven festgestellt, von deren Existenz man bereits früher Vermuthungen hegte, sich jedoch nur unbestimmte Vorstellungen machen konnte.

Du.Bois-Reymond's Versuche zeigen, daß jeder Theil eines Nervs, den man mit einem abgeschnittenen Ende desselben in Berührung bringt, eine elektrische Kette bildet, durch welche ein Strom zirkulirt. Legt man irgend einen Nervenfaden so auf den Apparat, daß er an irgend, einem Punkt seiner Länge in leitender Verbindung mit einem Glase Salzwasser steht und bringt man sodann an ein zweites Glas Salzwasser die Stelle, wo man den Nervenfaden abgeschnitten hat, so braucht man nur die

Drähte des Multiplikators in die Gläser zu legen, um an der Ablenkung der Magnetnadel den elektrischen Nervenstrom zu merken.

In dieser Beziehung gleichen die Nerven ganz und gar den Muskeln; denn ebenso wie in den Muskeln vom Querschnitt zu jedem Punkt der Länge ein negativer Strom sich zeigt, ebenso ist es mit den Nerven der Fall.

Da nun die Nerven in die Muskeln hineingehen und sich in denselben verzweigen, so liegt der Gedanke nahe, daß der eigentliche elektrische Apparat im Muskel der in ihm sehr fein verzweigte Nerv sein mag; allein Du Bois hat den Beweis geführt, daß dies ein Irrthum sei, denn der elektrische Strom der Muskeln ist bei weitem stärker als er hätte sein können, wenn seine Elektrizität nur von den fein verzweigten Nervenfäserchen herrührte.

Außer diesem elektrischen Strome in den Nerven hat Du Bois noch einen eigenthümlichen elektrischen Zustand der Nerven entdeckt, von welchem wir unsern Lesern nur ein sehr flüchtiges Bild zu geben im Stande sind, da die genaue Darlegung dieses Zustandes eine zu ausführliche und streng wissenschaftliche Behandlung nöthigt macht. —

Diese Entdeckung ist für die Erkenntniß der gesammten Thätigkeit der Nerven von der größten Wichtigkeit und dürfen wir auch hier hoffen, daß eine weitere Durchforschung dieses neuen Zweiges der Wissenschaft von den günstigsten Erfolgen gekrönt werden wird. Im Allgemeinen ausgedrückt beweist diese Entdeckung Folgendes.

W e n n m a n d u r c h e i n k l e i n e s S t ü c k e i n e s l a n g e n N e r v e n e i n e n e l e k t r i s c h e n S t r o m f l i e ß e n l ä ß t , s o n i m m t d e r N e r v i n s e i n e r g a n z e n L ä n g e e i n e n e l e k t r i s c h e n Z u s t a n d a n. Dieser erregte Strom in der ganzen Länge des Nervs ist unabhängig von dem elektri-

schen Strome, der ohnehin schon durch den Nerv thätig ist und verstärkt diesen letzteren Strom oder schwächt ihn, je nachdem beide Ströme eine gleiche oder eine entgegengesetzte Richtung haben.

Es liegt freilich nahe, daß man bei all' diesen Entdeckungen nach den Ursachen oder richtiger nach dem Zustand fragt, in welchem Muskeln und Nerven sich im Moment ihrer elektrischen Thätigkeit befinden. Allein die Elektrizität ist, wie wir wissen, für uns noch ein großes Naturgeheimniß, und wenn wir uns vergeblich bei einem gewöhnlichen Metalldraht, durch den ein Strom geht, fragen: was geht denn eigentlich in diesem Moment, dem sich wichtige Folgerungen anschließen, vor? so wird man es begreiflich finden, daß die Antwort noch weit schwieriger ist, wenn man sich die Frage stellt: was in einem so außerordentlich schwierig zu entwirrenden Gewebe eines Muskels oder in einem immer noch nicht völlig durchforschten Gebilde eines Nervs vorgeht, daß von selber elektrische Ströme in ihm vorhanden seien oder neue erzeugt werden können. Gleichwohl hat Du Bois den Versuch gemacht, durch Modelle und Zeichnungen den räthselhaften Zustand, der in den kleinsten mit keinem Mikroskop sichtbar zu machenden Theilchen der Nerven und Muskeln vor sich geht, zu versinnlichen und hat damit mindestens einen Anhalt geliefert, den größten Räthseln der Natur etwas näher zu kommen.

Die Wissenschaft, die Du Bois so verdienstlich angebahnt hat, ist eigentlich erst im Beginn, ja seine gesammten Forschungen sind noch nicht einmal in die Oeffentlichkeit getreten, da bis jetzt nur die zwei ersten Bände seines Werkes veröffentlicht sind und der dritte Band erst zur Herausgabe vorbereitet wird. Wie es einem so strengen Forscher ziemt, hat Du Bois sich fern gehalten

von allen überspannten Hoffnungen, die die Welt bei den ersten Entdeckungen Galvani's gehegt hat; uns jedoch, die wir in diesen Blättern die Aufgabe haben, in unsern Lesern den Sinn für die Naturwissenschaft anzuregen, die neuesten Entdeckungen ihnen vorzuführen und durch Fernblicke in eine lichtere Zukunft die Ueberzeugung zu befestigen, daß die Wissenschaft nicht umkehrt, sondern unaufhaltsam vorschreitet, uns muß es gestattet sein, auch auf die Zukunft dieses Zweiges der Wissenschaft noch einen hoffnungsvollen Blick zu werfen. —

Die Natur bietet der Räthsel viele dar, dies bemühen wir uns eben in unserem Thema über die geheimen Kräfte derselben darzuthun. Der Räthsel größtes aber ist sicherlich das lebende Wesen und unter ihnen das vorzüglichste der Wesen, der Mensch. Ist aber der Mensch das vorzüglichste der Wesen, so ist das vorzüglichste der Organe des Menschen das Gehirn, diese räthselhafte Stärke seines Wollens, seines Empfindens und Denkens, diese wundervolle Werkstatt des Geistes, der dem Geiste der Natur nachzuspüren sucht.

Und von dieser Werkstatt, von dem Gehirn und seiner Verlängerung, dem Rückenmarke aus, gehen die Nerven wie Leitungsfäden durch den ganzen Körper, um das, was man Leben nennt, nach den festen Theilen des Körpers auszusenden.

Wer da wähnt, in der Elektrizität allein das ganze große Räthsel des Lebens zu finden, der irrt sicherlich. Wir stehen noch auf einer sehr niedrigen Stufe der Erkenntniß der Gesammt-Natur-Geheimnisse, um in dem so geringen Gebiet, das bis jetzt erforscht und entdeckt ist, das All suchen zu dürfen. Gleichwohl aber spielt di, Elektrizität eine unendlich große Rolle im Lebensprozeß, und wer es sieht, wie jedes Gehirn aus zwei Massen,

einer grauen und einer weißen Masse besteht, und wahrnimmt, wie aus der einen Masse, der weißen, die Nerven als elektrische Fäden auslaufen gleich den Drähten einer galvanischen Batterie, um allenthalben hin telegraphische Dekrete für alles Thun und Lassen, und von allenthalbenher telegraphische Berichte zurückzubringen, wer dies sieht, dem tritt in der That der Gedanke nahe, daß diese zwei, sehr scharf kenntlichen Massen des Gehirns sich zu einander, wie die zwei Elektrizität erregenden Metalle oder Stoffe verhalten, durch welche wir künstlich elektrische Erscheinungen hervorrufen können.

Ist dem aber so, so wird die Zukunft einmal auf dem jetzt erst betretenen Wege der Forschung der thierischen Elektrizität zu höheren Resultaten gelangen, als sie augenblicklich erschwingen kann, und wir dürfen unsere Zeit glücklich preisen, daß sie mit Glück vorbereitend eine Arbeit begonnen hat, deren höchster Gipfel die Höhe des Lebens selber ist.

XII. Die elektrischen Heilmittel.

Wir haben bereits mehrfach Gelegenheit genommen, vorübergehend von den elektrischen Kuren zu sprechen, und finden uns namentlich bei der Beobachtung der thierischen Elektrizität veranlaßt, noch einmal hierauf zurückzukommen.

Die Frage ist für viele Tausende von größter Wichtigkeit, ob man sich den jetzt sehr gangbar gewordenen elektrischen Kuren anvertrauen soll oder nicht?

Unsere Antwort hierauf ist folgende.

Wissenschaftlich steht es fest, daß die Elektrizität eine der wesentlichsten Rollen im menschlichen Körper spielt

und man sollte meinen, daß hieraus schon folge, daß es im Allgemeinen heilend auf den Körper einwirken müsse, wenn man ihn den elektrischen Strömen aussetze; allein es ist gewiß nur in sehr beschränktem Maße der Fall.

Hätte man ein Mittel, die elektrische Thätigkeit der Nerven oder der Muskeln selber anzuregen, so ließe sich die Sache schon eher hören; hierfür aber ist kein Mittel vorhanden, sondern man versucht jetzt dadurch ein Heilverfahren herzustellen, daß man durch zwei Metalle einen elektrischen Strom erzeugt und diesen Strom durch den menschlichen Körper, oder durch ein erkranktes Glied einfach oder mit häufigen Unterbrechungen hindurchströmen läßt. Man erzeugt also nicht im menschlichen Körper eine Elektrizität, sondern man benutzt ihn nur als Leiter eines außerhalb des Körpers erzeugten elektrischen Stromes. Ob hierdurch irgendwie die eigne körperliche elektrische Thätigkeit geweckt oder gestärkt wird, ist an sich schon sehr zu bezweifeln. Ja, wenn es auch durch Du Bois-Reymond's Forschungen ausgemacht ist, daß künstlich erzeugte elektrische Ströme, die in einem kleinen Stück Nerv erzeugt werden, den ganzen Nervenfaden in einen eignen elektrischen Zustand versetzen, so ist es eben durch denselben Forscher festgestellt, daß je nach der Richtung dieses Stromes der eigne Strom des Nervs ebenso geschwächt wie gestärkt wird.

So ohne Weiteres also metallisch erregte Elektrizität durch den menschlichen Körper leiten und sich einbilden, daß man dadurch die thierische Elektrizität des Körpers stärke, ist gewiß eine sehr oberflächliche Ansicht. Jeder vernünftige Arzt weiß es, daß man nicht einmal mit wirklichen heilsamen Medikamenten so verfahren kann, und wenn jeder z. B. gesteht, daß im Blut des Bleichsüchtigen Eisen fehlt, so weiß er gleichwol, daß er zwar eisenhaltige

Medizin in den Magen des Kranken, aber darum noch nicht sicher in die Blutkügelchen des Patienten bringen kann.

Hiernach darf man es für jetzt als ausgemacht annehmen, daß das vorgebliche Heilen aller Arten von Krankheiten durch das Hindurchleiten elektrischer Ströme durch den menschlichen Körper eine Charlatanerie ist, die auf Täuschung oder Selbsttäuschung hinausläuft, denn weder die Theorie noch die Praxis spricht für irgend welche sicheren Erfolge, und der Glaube der Leute daran ist nicht höher anzuschlagen als der Glaube an Revalenta, Arabika, Wunderkinder, Besprechungen, sympathitische Kuren, heilige Quellen und dergleichen Aberglauben.

Gesunde Nahrung, Bewegung in freier Luft, Leibesübung, Turnen, Erheiterung des Gemüths und frische geistige Regung sind sichere Erzeuger kräftiger Leibesthätigkeit und also auch gute Mittel zur Erweckung der thierischen Elektrizität, die eine so große Rolle im Körper spielt; und wer nur einigermaßen noch zu diesen Mitteln Zuflucht nehmen kann, der versäume sie nicht und bilde sich nicht ein, daß sich eine organisirend im Körper wirkende Kraft ersetzen lasse durch eine aus todten Metallen angeregte elektrische Strömung, wenn sie auch mit der Strömung im menschlichen Körper die größte Aehnlichkeit hat. — Bis auf gewisse Punkte ist die organische und unorganische Chemie auch ganz gleich; aber die fortgeschrittene Wissenschaft hat schon gelehrt, daß der menschliche Magen nicht zu ersetzen ist durch ein chemisches Laboratorium, und wird wahrscheinlich auch einmal ebenso sicher darthun, daß die thierische Elektrizität sich nicht ersetzen läßt durch Kupfer und Zink.

Wir erklären uns im Allgemeinen gegen die elektrischen

Kuren als Ersatzmittel oder Erreger der thierischen Elektrizität.

Dahingegen ist es ganz was anderes, wenn man die metallisch erregte Elektrizität nur als heilsames Reizmittel anwendet, um die gelähmte Thätigkeit der Haut und der Muskeln zu erhöhen. Für ein solches Heilverfahren in bestimmten einzelnen Fällen spricht sowol die Theorie wie der praktische Erfolg.

Ebenso wie man die Thätigkeit der Haut durch Bäder, kalte Begießungen, kalte Einhüllungen, Senfpflaster u. s. w. reizen und erhöhen, den Blutumlauf, die Ernährung und Ausscheidung befördern kann, ebenso kann man dies durch elektrischen Reiz. Man hat gegenwärtig sinnreiche Vorrichtungen hierzu erfunden. Man setzt einen Menschen in ein lauwarmes Bad, in welches der Pol einer Batterie mündet, an den zweiten Pol der Batterie befestigt man eine metallene Ruthe und schlägt mit derselben ganz leise den Körper des Kranken. Hierdurch entsteht eine fortwährende Entladung der Elektrizität auf der Haut des Kranken, die etwas empfindlich prikelt und röthet und somit die Thätigkeit der Haut anregt, was in angemessenen Fällen heilsam wirken muß und auch wirkt. Hier aber wirkt nicht die Elektrizität als solche, sondern nur der Reiz, den sie auf der Haut verursacht, und als solcher ist er medizinisch gewiß anwendbar.

Nicht minder können bei Lähmungen der Muskeln die Reizungen wirksam sein, die man durch galvanische Apparate auf den Muskel ausüben kann; denn die Zuckungen, die man im Muskel erzeugen kann, begünstigen den Blutumlauf und befördern, in geeigneter Weise angewandt, auch die Ausscheidung oder Zertheilung krankhafter Stoffe in demselben. Selbst die Rheumatismusketten, die jetzt sehr gebräuchlich sind, können in diesem

Sinne Dienste leisten, vorausgesetzt, daß sie überhaupt elektrische Wirkungen hervorzubringen vermögen. Die vorzüglichste ist die Pulvermachersche Kette, die so außerordentlich wirksam ist, daß man durch zwei solcher Ketten und den Unterbrecher, wie ihn Herr Mechaniker Gruel in Berlin (Roßstraße 3) anfertigt, im Stande ist, eine große Reihe galvanischer Erscheinungen zu zeigen und alle einzelnen Einwirkungen des Galvanismus auf den menschlichen Körper zum Vorschein zu bringen.

Wir beantworten daher die obige Frage wegen der elektrischen Kuren dahin: daß die metallisch erregte Elektrizität keineswegs die thierische irgendwie direkt ersetzen, wahrscheinlich auch nicht heilbringend verstärken kann; daß aber der Reiz der Elektrizität auf Haut und Muskeln in einzelnen Fällen wohl heilsam einzuwirken vermag; und wir schließen diese Reihe der Beobachtung mit der Behauptung, daß es Charlatanerie ist, wenn man den Galvanismus als einzige Medizin anpreisen hört, daß es aber absprechender Dünkel wäre, wenn man den Reiz der galvanischen Behandlung ganz und gar aus dem Reiche der Heilmethode verbannen wollte.

XII. Von den chemischen geheimen Kräften.

Nachdem wir eine Reihe geheimer Naturkräfte unsern Lesern vorgeführt haben, wollen wir noch eine neue Kraft vorführen, die in ihrer Erscheinung sich wesentlich von den bisherigen Kräften unterscheidet. Wir meinen die chemische Kraft.

Die große Verwandtschaft der chemischen Kraft mit der elektrischen Kraft werden wir noch später näher in's Auge fassen, wenn wir zum Schluß unsers Themas eine

Betrachtung über die vorgeführten Kräfte der Natur anstellen werden; für jetzt jedoch wollen wir die Erscheinung der chemischen Kraft selber in's Auge fassen, denn sie ist wunderbar und geheimnißvoll

Ein Jeder weiß es, daß Eisen, wenn man es in feucht·r Luft liegen läßt, nach einiger Zeit zu rosten anfängt. Statt des blanken metallischen Eisens bildet sich ein rothes zusammenbackendes, aber doch leicht krümliches Pulver, während das Eisen verschwindet. Läßt man das Eisen immer weiter unter dem Einfluß der feuchten Luft, so verwandelt es sich ganz und gar in Rost und zeigt endlich vom Eisen keine Spur mehr.

Es fragt sich: was ist hier vorgegangen?

Die Naturwissenschaft giebt hierauf die Antwort: Hier ist eine chemische Kraft thätig gewesen, welche das Eisen chemisch verwandelt hat.

Die genaueste Untersuchung zeigt, daß, wenn man das Eisen früher genau gewogen hat und nun den Rost nochmals auf die Wage bringt, der Rost schwerer ist als das Eisen war, daß also offenbar zum Eisen jetzt etwas hinzugekommen sein muß, was die Verwandlung hervorgebracht hat.

Was aber ist es, das hier dazu gekommen ist?

Hierauf antwortet die Wissenschaft nach den gewissenhaftesten und allersichersten Prüfungen Folgendes: Zu dem Eisen ist der Sauerstoff der Luft hinzugekommen, und begünstigt von der Feuchtigkeit der Luft hat sich das Eisen mit dem Sauerstoff verbunden, so daß das Eisen völlig umgewandelt und zu dem rothen Pulver wurde, daß wir Rost nennen. Hätte man das Eisen mit ein wenig Talg eingeschmiert, so daß die Luft nicht direkt zukommen konnte, so würde es nicht in Rost verwandelt worden sein.

Kann man aber den Rost nicht wieder in Eisen verwandeln? Kann man nicht in irgend einer Weise den Sauerstoff wieder aus dem Rost vertreiben, so daß das Eisen wieder rein zum Vorschein kommt?

Hierauf antwortet sowohl die Wissenschaft wie die gewöhnliche Praxis, daß man das ganz gut kann und in der That in jedem Eisenbergwerk, wo Hoch-Oefen sind, es auch macht. Denn das Eisen wird ursprünglich nicht als reines Eisen gefunden, sondern man gräbt und haut es in den Bergwerken als eine Art steinernen Rost aus dem Felsen und der Erde. Diese Art Rost, der auch nichts ist als Eisen, das verwandelt worden ist, indem sich damit Sauerstoff verbunden hat, diese Art Rost wird mit Kohle gemischt in einen Ofen gebracht. Hier brennt man die Kohle an und läßt sie verbrennen. Bei diesem Verbrennen geht der Sauerstoff aus dem Rost und verbindet sich mit der Kohle, indem sie mit derselben Kohlensäure bildet und das Eisen schmilzt und kommt aus einer Oeffnung des Ofens als Gußeisen heraus.

Man hat also aus Eisen, welches sich mit Sauerstoff verbunden hatte, den Sauerstoff hinausgebracht indem man ihn mit der Kohle in Verbindung brachte.

Wie aber erklärt man sich diesen Vorgang? **Warum** verläßt der Sauerstoff der Luft seinen Ort in der Luft und verbindet sich mit dem Eisen, um Rost zu bilden, und weshalb verläßt wieder dieser Sauerstoff das Eisen, um sich mit Kohle zu verbinden, Kohlensäure zu bilden und das Eisen frei zu lassen?

Die Antwort hierauf ist folgende:

Auch dieses Verbinden zweier Stoffe, das man eine chemische Verbindung nennt, ist ein geheimer Vorgang in der Natur, dessen Grund man nicht mit Sicherheit angeben kann; es spricht aber die größte Wahrscheinlich-

keit dafür, daß eine geheime Anziehungskraft mit im Spiele ist, die so wunderbare Dinge verrichtet.

Man nennt diese Anziehungskraft, die hierbei thätig ist, die chemische Verwandtschaft; allein das Wort „Verwandtschaft" ist in vollem Sinne des Wortes unpassend, denn wir werden später sehen, daß es gerade umgekehrt mit dieser Anziehung ist, daß nämlich wirklich verwandte Stoffe sich nicht gegenseitig chemisch anziehen, während gerade die sich unähnlichsten Stoffe, die gar nichts Verwandtes an sich haben, sich am eifrigsten anziehen.

Wir wollen daher das Wort „Verwandtschaft", das in der Chemie so häufig gebraucht wird, hier lieber immer mit den Worten „chemische Neigung" bezeichnen; im Grunde genommen aber kommt es auf die Bezeichnung nicht an, wenn man sich nur das Richtige dabei denkt, und das Richtige ist, daß eine geheime Anziehungskraft zwischen Eisen und Sauerstoff vorhanden ist, die es bewirkt, daß aus Eisen Rost wird, und daß noch eine stärkere Anziehungskraft zwischen Kohle und Sauerstoff stattfindet, die es macht, daß unter begünstigenden Umständen der Sauerstoff das Eisen verläßt und sich mit der Kohle verbindet.

Wir haben also hier wieder ein Naturgeheimniß, eine Anziehungskraft, und zwar eine chemische Anziehungskraft, und da wir der Anziehungskraft schon so oft in unserm Thema begegnet sind, so wollen wir einmal sehen, wie sich die chemische Anziehungskraft ganz absonderlich und anders zeigt, als die bisherigen Anziehungskräfte.

XIII. Die Verschiedenheit der geheimen Kräfte.

Wenn wir gewissenhaft verfahren wollen, dürfen wir bei der Betrachtung der neuen, der chemischen Anziehungskraft, es nicht scheuen, nochmals einen Blick auf die bisher vorgeführten Anziehungskräfte zu werfen, um das Aparte dieser neuen Kraft deutlicher einsehen zu können.

In allen festen Massen herrscht eine Anziehungskraft, welche je ein Atom an das andere fesselt, und die es verhindert, daß die Atome aus einander fallen. Ein Stück Eisen, ein Stück Blei oder sonst ein Stück eines festen Körpers ist nur darum weniger oder mehr unzerbrechlich und unzertrennbar, weil alle kleinen Eisentheilchen oder Bleitheilchen oder sonst die Theilchen eines Körpers sich gegenseitig mit einer gewissen Kraft festhalten. Trotzdem aber wissen wir, daß diese einzelnen Theilchen nicht unverrückbar dicht an einander liegen, denn man kann Eisen, Blei oder andere feste Körper durch Druck noch mehr an einander pressen. Demnach muß man annehmen, daß sich die Theilchen in einer gewissen Entfernung festhalten, also gegenseitig eine Anziehung auf einander ausüben.

Neben dieser Anziehung jedoch existirt, wie wir das schon gezeigt haben, in denselben Körpern auch zugleich eine Abstoßungskraft. Denn hat man Eisen zusammengepreßt und es gewaltsam kleiner gemacht, so dehnt es sich sofort wieder aus, wenn man den Druck aufhören läßt. Man muß also hieraus schließen, daß die Anziehungskraft zwischen einem Atom und dem andern nur bis zu einer gewissen Grenze geht und wenn man zwei Atome gewaltsam mehr einander nähert, wieder eine Abstoßung zwischen den Atomen thätig ist, die sich bestrebt, die Atome von einander in gewisser Weite entfernt zu halten.

Dies ist die eine Art der geheimen Anziehungskraft, die zugleich mit einer ebenso geheimen Abstoßungskraft gepaart ist.

Wir haben sodann eine zweite Anziehungskraft kennen gelernt, die auf weite Entfernung wirkt, wie z. B. die Anziehungskraft der Himmelskörper, der Sterne, der Planeten, der Erde, und haben auch gesehen, daß alle Massen in gleicher Weise dieselbe Kraft der Anziehung besitzen, die zwar mit der Entfernung abnimmt, aber immer noch wirksam ist. Von dieser Anziehungskraft kennen wir kein Beispiel, daß sie auch mit einer Abstoßungskraft gepaart sein sollte. Es bildet also diese Anziehungskraft, deren Grund ebenfalls ein Naturgeheimniß für uns ist, eine ganz andere Art von Naturkraft.

Wir haben ferner gesehen, daß Magnete eine Anziehungskraft besitzen, die bis auf einen gewissen Punkt mit der Massenanziehung viel Aehnlichkeit besitzt; allein die magnetische Kraft ist wiederum anders. Sie besitzt eine Polarität, das heißt eine Eigenschaft, wodurch in dem magnetischen Körper eine gewisse Trennung seiner Kraft nach zwei Seiten hin stattfindet. Eine Magnetnadel hat wie jeder magnetische Körper zwei Pole und eigenthümlicherweise stoßen sich die gleichen Pole von zwei Magnetnadeln stets ab, während sich die ungleichen gegenseitig anziehen.

Viel Aehnlichkeit mit dieser magnetischen geheimen Kraft hat freilich die elektrische Kraft, denn auch diese theilt sich in Anziehung und Abstoßung; allein es findet wieder der große Unterschied zwischen Magnetismus und Elektrizität statt, daß der Magnetismus gar nicht aus seiner Trennung in Pole herauszubringen, daß man z. B. mit aller Kunst es nicht dahin bringen kann, eine Magnetnadel herauszustellen, die in ihrer ganzen Länge nur nordmagnetisch

oder nur südmagnetisch ist, während man die Elektrizität mit größter Leichtigkeit trennen, z. B. jeden beliebigen Körper sowohl positiv, wie auch negativ elektrisch machen kann, wenn man will. Es findet ferner auch noch der eigenthümliche Unterschied statt, daß der Magnetismus gewissermaßen fest sitzt an einem Körper, der ihn besitzt und nicht von dem einen Körper fortgenommen und in einen andern gebracht werden kann, während man mit der Elektrizität dies in der größten Leichtigkeit zu Wege bringt, und so zu sagen die Elektrizität in einem Körper beliebig anzusammeln, entladen, auf einen andern Körper übergehen lassen kann, ja daß man im Stande ist, sie zu leiten bis auf Tausende von Meilen und sie zu handhaben, als hätte man einen Stoff vor sich, den man von einem Gefäß ins andere gießen und durch beliebig lange Röhren hinfließen lassen kann, wohin man nur Lust hat.

Von all diesen Eigenthümlichkeiten, welche die bisher vorgeführten geheimen Naturkräfte von einander unterscheiden, besitzt die chemische Kraft so gut wie gar nichts.

Sie beruht auch auf einer Anziehungskraft; aber diese ist so eigenthümlich und hat so bestimmt eigene Gesetze, daß sie für den ersten Augenblick als eine ganz neue mit den vorigen Kräften gar nicht in Verbindung stehende Kraft erscheint. Diese Eigenthümlichkeiten und Verschiedenheiten wollen wir nun vorerst genauer kennen lernen und sodann zu den Gesetzen kommen, welche die Naturwissenschaft im Stande gewesen ist, der geheimen Kraft der chemischen Anziehung abzulauschen. Wir werden sehen, daß diese Gesetze wiederum einen Weg bahnen, die Erkenntniß der Naturgeheimnisse dem menschlichen Forschergeist aufzuschließen.

XIV. Die besonderen Eigenthümlichkeiten der chemischen geheimen Kraft.

Vor allem zeigt sich die geheimnißvolle Anziehungskraft in der Chemie schon insofern auffallend verschieden von den bisherigen Kräften, als sie diesen Kräften gewissermaßen entgegenarbeitet.

Wir haben gesehen, daß Eisen sich mit Sauerstoff verbindet, daß also zwischen Eisen und Sauerstoff eine Art Anziehungskraft obwaltet, welche es macht, daß die festen Atome des Eisens sich loslassen und jedes Eisen-Atom für sich eine Portion Sauerstoff wählt, mit welcher es jetzt einen Körper bildet. Ein Stück Eisen, daß wir mit aller Kraft nicht auseinander zu reißen vermögen und von dem wir annehmen müssen, daß seine Atome sich mit großer Gewalt an einander festhalten, zerfällt ohne alle Kraftanstrengungen in Rost, daß heißt nichts anderes: es dringt, sobald die Umstände es gestatten, Sauerstoff hinein und trennt die Atome von einander.

Hieraus sollte man den Schluß ziehen, daß Eisen eine so starke chemische Anziehung auf Sauerstoff ausübt, daß die Anziehungskraft seiner eigenen Atome sich dagegen verliert; aber wunderbar genug äußert sich diese so große chemische Anziehung auch nicht im mindesten, sobald man nur das Eisen mit dem feinsten Schicht von Talg z. B. oder von sonst irgend einem trennenden Stoffe überzieht, der keinen Sauerstoff zuläßt. Hieraus nimmt man wahr, daß die chemische Anziehung nicht nur anderer Natur ist als die Anziehung der Atome fester Körper, sondern sie muß auch eine ganz andere als die Massenanziehung sein, von der wir wissen, daß sie auf Entfernungen wirksam ist.

Wir haben des leichtern Verständnisses halber das Rosten des Eisens als Beispiel für chemische Anziehung

gewählt, weil wohl Jedermann schon das Rosten beobachtet hat. Es giebt aber noch viele andere Stoffe, an welchen wir diese Erscheinung hätten zeigen können; namentlich existirt ein Metall, das den Namen Kalium führt und silberähnlich aussieht, und dieses Metall hat eine so gewaltige Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden, daß man gar kein anderes Mittel besitzt, es davor zu schützen, als daß man es in Steinöl aufbewahrt, welches keinen Sauerstoff enthält. Trotzdem aber, daß die Anziehung zwischen Kalium und Sauerstoff ungeheuer groß ist, würde man doch vergebliche Versuche anstellen, um nachzuweisen, daß sie sich gegenseitig einander nähern, wenn man sie um ein Haar weit von einander entfernt hat. Füllte man z. B. eine Glaskugel mit Kalium und eine zweite mit Sauerstoff und legte sie im luftleeren Raume neben einander, so würden sich die Kugeln trotz der Anziehungskraft ihrer Stoffe durchaus nicht zu einander bewegen, denn die chemische Anziehung ist selbst für die kleinste Entfernung unwirksam.

Wir sehen demnach, daß die chemische Anziehung durchaus von anderer Beschaffenheit sein muß als die Anziehung der Massen.

Noch weniger gleicht die chemische Anziehung irgendwie der magnetischen Anziehung. Von der magnetischen Anziehung wissen wir vor Allem, daß sie wie die Massenanziehung auf Entfernungen wirksam ist, was bei der chemischen Anziehung nicht stattfindet. Ferner zeigt die chemische Anziehung nichts von Polarität, das heißt: sie theilt den Körper nicht in zwei Pole, wie es der Magnet thut. Endlich findet sich in der chemischen Anziehungskraft keine Erscheinung, welche sich in einem Stoffe gewissermaßen vertheilt, während dies im Magneten vollkommen der Fall ist. Eine Eisenstange, die

man an einem Punkt magnetisch macht, wird durch die ganze Länge magnetisch; während das eine Ende einer Eisenstange ganz und gar einer chemischen Verbindung ausgesetzt werden kann, ohne daß das andere Ende irgendwie davon betroffen wird.

In noch größerem Maße verschieden ist die chemische Anziehungskraft von der, welche sich an der Elektrizität zeigt. Während die Elektrizität fortgeleitet werden kann von Ort zu Ort und im vollen Sinne des Wortes das bewegteste Element des Weltraumes zu sein scheint, ist die chemische Thätigkeit nur an den Ort gebannt, wo sie vorgeht. Man vermag sie durch nichts überzuleiten von einem Ort, wo sie stattfindet, auf einen andern. Man würde vergeblich von einem Gefäß, wo eine chemische Verbindung vor sich geht, Drähte oder sonst irgend etwas nach einem zweiten Gefäße leiten, um auch hier eine gleiche oder ähnliche Wirkung hervorzurufen.

Freilich findet ein sehr inniges Verwandtschaftsverhältniß zwischen allen diesen Kräften statt, wie wir das noch später sehen werden; für jetzt jedoch ist es zur Kenntniß der Thatsachen nothwendig, daß wir die besondere Art von geheimer Naturkraft, die in der Chemie zum Vorschein kommt, in ihrer besonderen Eigenthümlichkeit kennen lernen, und indem wir sofort zu den Hauptgesetzen der Chemie kommen werden, wollen wir hier noch folgende Bemerkungen voranschicken.

Fast bei allen Naturkräften, die wir hier vorgeführt haben, existirt neben einer Anziehungskraft auch eine Kraft der Abstoßung; bei der Chemie ist dies nicht der Fall. Die Kraft, mit welcher ein Stoff einen andern, mit dem er sich verbinden will, anzieht, muß sehr groß sein. Wir können diese Größe der Kraft zwar nicht direkt, aber sie zeigt sich ganz unverkennbar darin, daß

die chemische Kraft Metalle aus ihrem festesten Zusammenhange zu reißen und sie in Atome aufzulösen im Stande ist, um sie zu einer chemischen Verbindung zu bringen. Die Vernichtung des festen Zusammenhanges im Eisen, welche beim Rosten desselben stattfindet, diese Vernichtung geht nur langsam vor sich hin; aber man lege etwas Eisen, zum Beispiel eine Handvoll kleiner Nägel in ein Glas Wasser, worin man eine Portion Schwefelsäure hineingegossen und man wird eine chemische Auflösung des Eisens wahrnehmen, die sehr schnell vor sich geht. Auch hier beruht diese Auflösung auf einer chemischen Anziehung, und diese Kraft der Anziehung muß sehr bedeutend sein, da sie die Nägel, die wir mit den Fingern kaum zerbrechen können, mit Leichtigkeit und Schnelligkeit auflöst. Gleichwohl jedoch ist neben dieser so starken Anziehungskraft noch irgend eine chemische Abstoßungskraft herausgefunden worden. Während sich allenthalben in der Natur Kraft und Gegenkraft findet, scheint dies in der Chemie nicht der Fall zu sein, wenigstens sind alle ihre Erscheinungen aus der einen Anziehungskraft zu erklären, ohne daß sie irgendwie eine Gegenkraft verrathen.

XV. Die Haupt-Erscheinungen der chemischen Kraft.

Wenn man sich das Eigenthümliche der chemischen Anziehung recht deutlich machen will, so hat man hauptsächlich Folgendes zu beobachten.

Erstens: die chemische Anziehung ist eine Kraft, die allen Stoffen eigen ist.

Zweitens: Jeder einzelne Stoff hat zwar eine Neigung, sich mit andern Stoffen zu verbinden; aber diese Neigung bleibt sich nicht gleich, sondern ist je nach den Stoffen verschieden.

Drittens: Die ursprüngliche Anziehung hört ganz und gar auf, sobald die chemische Verbindung vollendet und aus den früheren Stoffen ein bestimmter neuer Stoff geworden ist.

Viertens: Man findet bei einer nähern Untersuchung höchst merkwürdige Verbindungsverhältnisse heraus, welche darauf hinführen, daß alle chemischen Verbindungen der verschiedensten Stoffe auf einem und demselben Grunde beruhen müssen.

Wir wollen es versuchen, die hier angegebenen Eigenthümlichkeiten so deutlich wie möglich zu machen.

Wir haben gesagt, daß die chemische Anziehung eine geheime Kraft ist, die allen Stoffen der Welt eigen sei. Wir verstehen hierunter Folgendes.

Alle Dinge, die wir in der Welt sehen, Holz, Stein, Erze, Sand, Kalk, Erde, Salze, Wasser, Luft, Pflanzen, Thiere, mit einem Worte alles, was uns nur irgendwie vor die Augen kommt, ist chemisch untersucht worden und hat herausgefunden, daß all die tausend und abertausend Dinge sammt und sonders nur aus etwa sechzig einfachen Stoffen zusammengesetzt sind, die man die chemischen Urstoffe oder chemischen Elemente nennt. Die ganze Natur ist aus diesen sechzig Urstoffen aufgebaut. Diese Urstoffe sind gewissermaßen die Bausteine der ganzen Schöpfung, und die geheime chemische Kraft ist so zu sagen der Baumeister, der aus diesen Bausteinen die Welt zusammenstellt.

Wenn man diesen Gedanken einmal durch ein recht kühnes Bild ausdrücken will, so kann man sagen: Der

liebe Gott hat nur nöthig gehabt, einige sechzig einfache Stoffe durch sein Schöpferwort zu schaffen und ihnen die in denselben liegende chemische Kraft zu geben; alles Uebrige, also die ganze Welt, wie sie jetzt gestaltet ist, konnte sich durch die Chemie schon von selber machen.

Diese sechzig einfachen Urstoffe, die man in jedem chemischen Werke verzeichnet findet, diese sind es, deren gegenseitige chemische Anziehungskraft man untersucht hat. Die gewöhnlichsten der sechzig Stoffe sind, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Kiesel und die ganze Reihe von Metallen, die wir im gewöhnlichen Leben alltäglich sehen, wie Zinn, Eisen, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold ꝛc.

Wenn wir nun sagen, es existirt eine chemische Anziehungskraft zwischen diesen Stoffen, so heißt dies so viel, wie Folgendes. Jeder dieser Stoffe, z. B. Sauerstoff, verbindet sich unter Umständen mit jedem der andern Stoffe. Also Sauerstoff verbindet sich mit Stickstoff und bildet so Salpetersäure. Er verbindet sich mit Wasserstoff und bildet Wasser. Er verbindet sich mit Kohlenstoff und bildet sodann Kohlensäure. Er verbindet sich mit Schwefel und bildet Schwefelsäure und so geht es fort, das heißt, er kann sich unter Umständen mit all den andern genannten Stoffen verbinden und bildet dann immer ganz etwas anderes.

Offenbar liegt diese Verbindungskraft des Sauerstoffes nicht in ihm allein, sondern sie liegt auch in jedem der andern Stoffe, die sich mit ihm chemisch verbinden. Wir können also in Wahrheit nicht sagen, daß die geheime Kraft der Anziehung, durch welche die chemische Verbindung hergestellt wird, nur in dem Sauerstoff allein, oder in dem andern Stoffe allein vorhanden sei, sondern die Anziehungskraft ist nur das Verhältniß, das zwischen dem

Sauerstoff und jedem andern Stoffe obwaltet. Die geheime Kraft liegt in beiden, oder noch richtiger in dem Verhalten der beiden Stoffe zu einander.

Da dies nun bei allen sechzig Urstoffen der Fall ist, so kann man mit Recht sagen, daß in jedem der Stoffe eine Kraft thätig ist, welche die chemische Anziehung bewirkt, sobald man ihm einen zweiten Stoff in gehöriger Weise darbietet. Da aber alle Dinge der Welt aus diesen sechzig Urstoffen zusammengesetzt sind, so folgt daraus, daß die eigentliche geheime chemische Kraft in allen Dingen der Welt liegt und in allen zur Erscheinung kommen kann und auch wirklich kommt.

Diese chemische Kraft ist es, in der alle Dinge der Welt sich gestalten und in der sie veralten. Sie baut Alles in der Welt auf und legt Alles wieder auseinander. Alles, was man im gewöhnlichen Leben verwittern, rosten, zerfressen, verbrennen, zerfallen, faulen, morsch werden, absterben, verwesen, auflösen nennt, ist nur eine Folge eines chemischen Vorganges, oder richtiger: eine Folge der chemischen Anziehung, die sich geltend macht und gestaltete Dinge umgestaltet. Aber nicht minder ist alles, was man im gewöhnlichen Leben entstehen, sich bilden, keimen, wachsen u. s. w. nennt, auch nur eine Folge der chemischen Kraft, die immerfort und immerfort in allen Dingen der Welt in ununterbrochener Thätigkeit ist.

Man wird hiernach einsehen, daß die geheime chemische Kraft eine Hauptrolle in der Welt spielt, ja daß sie die Weltgestaltung in sich trägt und daß sie wohl verdient, daß man einiges Nachdenken auf sie und ihre Gesetze verwendet.

Für jetzt also haben wir es deutlich gemacht, daß die chemische Anziehung eine Kraft ist, die in allen Stoffen und eigentlich in allen Dingen der Welt vorhanden ist;

wir wollen es nunmehr deutlich machen, wie sonderbar und eigenthümlich verschieden diese Kraft in ihrer Neigung bei verschiedenen Stoffen ist.

XVI. Die chemische Verwandtschaft oder Neigung.

Nachdem wir gesehen haben, daß die geheime chemische Kraft der Anziehung in allen Urstoffen der Welt vorhanden ist, und wir diesem Grundsatz noch die Versicherung hinzufügen können, daß es auch nicht einen einzigen Stoff in der Welt giebt, der nicht mit einem andern eine Verbindung einzugehen bereit ist, wenn eben der andere nur der für ihn passende ist, so wollen wir jetzt einmal sehen, wie verschieden diese chemische Kraft in verschiedenen einzelnen Stoffen obwaltet, und wie es daher rührt, daß nicht nur die seltsamsten und wunderbarsten Verbindungen zu Stande kommen, sondern daß auch aus diesen Verbindungen die wunderlichsten und unerwartetsten Dinge von der Welt werden.

Zwischen je zwei chemischen Urstoffen findet aber immer eine chemische Anziehungskraft statt; aber die Stärke dieser Anziehungskraft ist außerordentlich verschieden.

Wir haben es schon erwähnt, daß Eisen eine große Neigung besitzt, sich mit Sauerstoff zu verbinden und Rost zu bilden. Es waltet also zwischen Eisen und Sauerstoff eine Art Liebe ob, die sie zwingt, eine eigenthümliche Ehe zu schließen und etwas ganz anderes zu werden, als sie ursprünglich waren. Allein es giebt Stoffe, deren Neigung zum Sauerstoff noch größer ist als die des Eisens, oder um uns wieder bildlich auszudrücken, die noch begieriger sind, eine Ehe mit dem Sauer-

stoff einzugehen, und diese Begierde ist oft so groß, daß gewisse Stoffe unter gewissen Umständen den Sauerstoff aus dem Rost herausholen, um sich mit ihm zu verbinden und das Eisen gewissermaßen aus der Ehe zu treiben.

Wir haben es schon erwähnt, daß dies in einem Hoch-Ofen geschieht. Wenn in einem solchen Ofen, der in Eisen-Bergwerken gebräuchlich ist, die mit dem Rost vermengte Kohle zu glühen anfängt, so entsteht eine so ungemeine Liebschaft zwischen dem Sauerstoff im Rost und der brennenden Kohle, daß der Rost zerlegt wird. Der Sauerstoff verläßt den bisherigen Gatten, das Eisen, und geht eine neue Ehe ein mit der Kohle, um Kohlensäure zu bilden und das Eisen des Rostes kommt rein und ohne Sauerstoff aus dem Ofen herausgeflossen.

Hieraus sieht man, daß die chemische Anziehungskraft zwischen Kohle und Sauerstoff unter Umständen, z. B. beim Glühen, größer ist als zwischen Eisen und Sauerstoff. In der That kann man Eisen vor dem Rost schützen, wenn man es in trockener fein gepulverter Kohle verwahrt. Eine noch stärkere Liebschaft besteht zwischen Sauerstoff und dem Metall Kalium, das wir bereits erwähnt haben. Ja diese Liebschaft ist so groß, daß man ein Stückchen Kalium nicht an die Luft bringen darf, denn ehe man sich's versieht, ist dies blanke silberhelle Metall durch Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft in eine weiße krümlige Masse, die man Kali nennt, verwandelt, und läßt man dieses noch länger in der Luft, so wird sogar das Kali feucht und zerfließt endlich wie naßgewordener Zucker.

Wenn man sich also eine richtige Vorstellung von der Anziehungskraft, die zwischen zwei chemischen Stoffen waltet, machen will, muß man sagen: die Anziehungskraft ist zwar immer vorhanden zwischen je zwei chemischen Urstoffen. Wenn die Umstände diese Anziehungskraft begünstigen,

entsteht aus diesen zwei Urstoffen ein ganz anderes Ding, das oft nicht die mindeste Ächnlichkeit mit den Urstoffen hat. Aber diese Anziehungskraft ist nicht immer gleich bei allen Urstoffen, sondern es waltet zwischen je zwei Urstoffen bald eine größere, bald eine schwächere Anziehung ob.

Indem wir später dem Grunde dieser Erscheinung nachspüren wollen, um uns diese Eigenthümlichkeit der Stoffe einigermaßen zu erklären, wollen wir für jetzt einmal in Betracht ziehen, wie so eigenthümliche Dinge aus den Verbindungen zweier Stoffe hervorgehen.

Wir haben es schon erwähnt, daß aus einer chemischen Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff die Salpetersäure entsteht; ferner wissen wir bereits, daß aus einer Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff Wasser hervorgeht.

Was Wasser ist, weiß jeder Mensch. Alles Wasser der Welt, unser Trink-, Brunnen-, Fluß- und Regenwasser ist nichts anderes, als eine chemische Verbindung von zwei Luftarten, von Sauerstoff und Wasserstoff. — Viele werden auch wohl wissen, was die Salpetersäure für eine eigene Flüssigkeit ist. Sie ist eine äußerst beizende Flüssigkeit von höchst saurem Geschmack, so daß ein paar Tropfen hinreichen, ein Glas Wasser sauer schmeckend zu machen. Sie ist so ätzend, daß man fast alle Metalle in derselben auflösen kann. Taucht man ein wenig Baumwolle in ganz reine Salpetersäure und läßt sie auch nur eine Sekunde darin, so wird sie die bekannte Schießbaumwolle. Man kann sie dann stundenlang auswässern und mit Wasser waschen, die Baumwolle wird, wenn sie trocken ist, noch heftiger wie Schießpulver abbrennen, sobald man nur ein Fünkchen daran bringt. Man sieht

also, die Salpetersäure ist ein ganz anderes Ding als Wasser.

Nun aber wissen wir, daß in beiden, sowohl im Wasser wie in der Salpetersäure, Ein Stoff ganz derselbe ist, nämlich der Sauerstoff. Sie unterscheiden sich nur darin, daß in dem einen, im Wasser, Wasserstoff, während in der Salpetersäure Stickstoff vorhanden ist. Wenn man nun sieht, wie das Wasser so milde und die Salpetersäure so brennend und ätzend ist, so könnte man auf den Gedanken kommen, daß diese Eigenthümlichkeiten nur von den Eigenschaften des Wasserstoffs und des Stickstoffs herrühren müssen. Man sollte meinen, der Wasserstoff mache das Wasser so milde, so unschuldig, während der Stickstoff daran Schuld haben muß, daß die Salpetersäure so gefährlich und heftig wirkend ist. — Das aber ist ein großer Irrthum!

Wer sich hiervon überzeugen will, der denke sich nur einmal, was wohl entstehen müßte aus einer Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff. Gewiß glaubt der Unkundige, daß hieraus so eine Art wässrige Salpetersäure oder dergleichen halb unschuldiges Ding entsteht; aber er kaufe sich nur zum Spaß aus der Apotheke für einen Sechser Ammoniak und rieche daran, und er wird merken, daß aus den zwei Stoffen, die er schon die Ehre hatte im Wasser und in der Salpetersäure kennen zu lernen, etwas ganz anderes als diese Dinge geworden ist.

Eine weitere Betrachtung wird uns aus diesem leicht faßlichen Beispiel manchen interessanten Blick in die Geheimnisse der Stoffe und ihrer Verbindung thun lassen.

XVII. Wie sonderbar oft die Resultate chemischer Verbindungen sind.

Wenn man sieht, wie man aus den drei genannten chemischen Urstoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff, und Stickstoff so ganz besondere drei Flüssigkeiten machen kann, die mit einander nicht die mindeste Aehnlichkeit haben, so kann man so recht bemerken, was es mit der chemischen Kraft für eine ganz eigne Bewandniß hat, und daß hier ein Geheimniß ganz eigenthümlicher Art dahinter stecken muß.

Sauerstoff und Wasserstoff in chemischer Verbindung geben Wasser. Aber weder der Sauerstoff allein, noch der Wasserstoff allein hat die mindeste Aehnlichkeit vom Wasser. Beides sind Luftarten, von denen die eine, der Sauerstoff, von uns mit jedem Athemzug eingeathmet wird; die andere, der Wasserstoff, ist eine Luftart, die, wenn sie angezündet wird, mit großer Hitze brennt. Hat man in einer Schweinsblase Sauerstoff, in einer zweiten Wasserstoff und läßt man beide Gase durch feine Röhrchen ausströmen, so daß der Wasserstoff durch den Strom von Sauerstoff strömt, so braucht man nur den Wasserstoff mit einem Zündhölzchen anzustecken, um den höchsten Grad von Hitze zu erhalten, der bisher erzeugt werden konnte. Man nennt diese Mischung Knallgas und in der schwachen wenig leuchtenden Flamme des Knallgases schmilzt nicht nur Glas, als ob es Wachs wäre, sondern der härteste Stahl brennt darin so lebhaft, daß die Funken nach allen Seiten herumsprühen. Und doch ist die chemische Verbindung dieser beiden Luftarten nichts als Wasser, ganz gewöhnliches Wasser, das nicht brennt und die Verbrennung nicht befördert, sondern gerade gebraucht wird, um Feuer zu löschen. —

Sauerstoff und Stickstoff sind beides Luftarten. In diesen zwei Luftarten sind die Bestandtheile unserer gewöhnlichen Luft, in welcher wir leben und athmen. Alle Luft, welche die Erde umgiebt und alles erfüllt, was wir in und an uns haben, besteht aus vier Theilen Stickstoff und einem Theile Sauerstoff. Zum Glück sind diese beiden Stoffe in der Luft nicht chemisch verbunden, sonst würde die Luft nicht Luft, sondern eine höchst ätzende brennende furchtbare Flüssigkeit, sie würde Salpetersäure sein, die alles Leben zerstören würde. Bekäme die Luft der Erde einmal irgend welchen Zustand, der eine chemische Verbindung der beiden Luftarten, aus denen sie besteht, zu Wege bringt, so würde ein Meer von Salpetersäure die Erde überschwemmen und alles Leben und Dasein auf derselben vernichten. Hier kann man so recht sehen, welch ein Unterschied es ist, ob zwei Urstoffe nur mit einander vermischt sind, wie es mit dem Sauerstoff und Stickstoff in der Luft der Fall ist, oder ob sie chemisch verbunden sind, wie es in der Salpetersäure stattfindet. Ohne Zweifel ist es eine eigne wunderbare Kraft, welche zwei so unschädliche, ja für das Leben so wichtige Stoffe derart in der Salpetersäure verbindet, daß sie eine Flüssigkeit bildet, die an sich gar keine Ähnlichkeit mehr mit den Urstoffen hat.

Nimmt man aber den einen Bestandtheil des Wassers, den Wasserstoff, und den einen Bestandtheil der Salpetersäure, den Stickstoff, und bringt eine chemische Verbindung zwischen ihnen zu Wege, so bildet sich Ammoniak, das eigentlich auch ein Gas von so durchdringenden stechendem Geruch, daß es vollkommen unerträglich ist und selbst dort, wo es schon mit Wasser bedeutend geschwächt ist, wie in dem Ammoniak, den man in der Apotheke kaufen kann, so in die Nase steigt, oder richtiger die Geruchs-

nerven reizt, daß Einem die Thränen eine ganze Weile aus den Augen fließen.

Wenn wir dem noch die Versicherung hinzufügen, daß die Eigenschaften des Ammoniaks gerade die entschieden entgegengesetzten der Salpetersäure sind, so läßt es sich schon hieraus erkennen, daß es ganz was Eignes ist mit der Kraft der Chemie. Sie schafft in der Verbindung der Urstoffe Dinge, die gar nichts mehr mit den Urstoffen gemein haben; wie denn der Versuch gezeigt, daß man Wasserstoff mit Stickstoff gemischt ohne die mindeste Beschwerde einathmen kann und daß sie im reinen Zustand einzeln und auch in Mischung ganz geruchlos sind.

Will man nun einen Blick hinter das Geheimniß der Chemie thun, so muß man nicht nur das achten, was wir bereits angeführt haben, nämlich auf die größere und schwächere Neigung, die zwischen zwei Stoffen besteht, um sich zu einem neuen Ding zu verbinden, sondern man hat auch auf die Umstände Rücksicht zu nehmen, unter welchen die Verbindung möglich wird, denn von diesen Umständen hängt oft der hauptsächliche Vorgang der Verbindung ab.

Indem wir nun im nächsten Abschnitt von dieser Neigung zur Verbindung sprechen und einige der Umstände anführen werden, die nöthig sind, um die chemische Anziehungskraft wirksam zu machen, wollen wir hier nur noch einige auffallende Thatsachen anführen, um zu zeigen, wie die chemische Kraft merkwürdige Veränderungen der Stoffe hervorbringt.

Vom Stickstoff wissen wir schon, daß er ein ganz unschädlicher Stoff ist; vom Kohlenstoff wissen wir ein Gleiches, denn Kohlenstoff ist eigentlich nichts als reine Kohle, und doch giebt eine Verbindung von Kohlenstoff und Stickstoff ein Gas, das den Namen Cyan hat und

sehr giftig wirkt. Kommt aber zu diesem noch Wasserstoff hinzu, das sonst so unschädlich ist, so entsteht daraus die schreckliche Blausäure, die das furchtbarste Gift ist, das man kennt, da es fast augenblicklich tödtlich wirkt. Gelingt es aber, einem so Vergifteten schnell Ammoniak beizubringen, so ist die Rettung noch möglich, obgleich Ammoniak auch nichts als Stickstoff und Wasserstoff ist, die ja Bestandtheile der Blausäure sind!

Die zerstörende Kraft des Chlors ist bekannt, da man oft genug klagen hört, daß das jetzt eingeführte Bleichen mit Chlor die Zeuge zerstöre. Chlorgas eingeathmet, wirkt erstickend. Ferner ist Natrium ein Metall, das tödtlich wirkt, wenn man ein Stückchen davon verschluckt. Und diese beiden gefährlichen Dinge, Chlor und Natrium, verbinden sich chemisch und bilden das Kochsalz, von dem wir täglich gar nicht wenig verschlucken und das für die Ernährung im höchsten Grade wohlthätig ist! — Die chemische Verbindung macht also auch schädliche Stoffe unschädlich.

XVIII. Die Umstände, unter welchen chemische Anziehungen stattfinden.

Da wir nun wissen, daß die geheime Kraft der chemischen Anziehung zwar in allen Stoffen vorhanden ist, daß sie aber nicht in jeden beliebigen zwei Stoffen gleich stark waltet, daß z. B. zwischen Kalium und Sauerstoff eine ungeheuer starke chemische Anziehungskraft thätig, daß sie zwischen Eisen und Sauerstoff schon schwächer ist, daß sie zwischen Silber und Sauerstoff noch weniger vorwaltet, — so läßt es sich denken, daß man eine ganze Reihe aufführen kann, um zu zeigen, wie stark oder wie

schwach die Anziehung ist, die zwischen dem Sauerstoff und allen übrigen sechzig Urstoffen obwaltet.

Eine solche Reihe könnte man so aufführen, daß man mit demjenigen Urstoffe anfinge, der am wenigsten Lust hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, sodann der Reihe nach diejenigen Stoffe folgen ließe, die immer mehr und mehr diese Lust bezeigen, bis man zu denjenigen Stoffen gelangte, deren Neigung zum Sauerstoff sehr groß ist und zum Schluß zum Kalium käme, das wie gesagt die allerstärkste Neigung zum Sauerstoff hat.

Gesetzt, man wäre im Stande, eine solche Reihe mit Genauigkeit aufzustellen, so besäße man eine Tabelle für die Stärke der chemischen Verbindungen, welche der Sauerstoff mit allen übrigen Stoffen eingeht, und es wird jeder einsehen, daß solch eine Tabelle sehr interessant und lehrreich sein müßte.

Allein es hat leider seine große Schwierigkeit, eine solche Tabelle genau herzustellen; denn es hängt die chemische Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff nicht nur von der in beiden wohnenden Anziehungskraft ab, sondern auch noch von den Umständen, unter welchen die beiden Stoffe zu einander gebracht werden. — Ein Beispiel, das wir erwähnt haben, wird das, was wir meinen, sehr deutlich machen.

Wir haben schon die allbekannte Thatsache erwähnt, daß Eisen so leicht rostet, das heißt, daß es sich so sehr leicht mit dem Sauerstoff der Luft verbindet. Nun aber wird schon jedermann selber die Erfahrung gemacht haben, daß das Rosten sehr schnell vor sich geht in feuchter Luft, z. B. im Keller, während man im trockenen Zimmer Wochen lang ein Messer liegen lassen kann, ohne daß es rostet. Schon hieraus sieht man, daß der Umstand der Feuchtigkeit der Luft wesentlich dazu beiträgt, die Anziehungskraft

zwischen Eisen und Sauerstoff zu befördern. -- Nun wissen wir aber auch schon, daß man im Hoch-Ofen durch Glühen des Rostes mit Kohle das reine Eisen aus dem Rost gewinnen kann, indem der Sauerstoff des Rostes das Eisen verläßt und sich zur Kohle begiebt, um mit ihr Kohlensäure zu bilden. — Hieraus sollte man nun schließen, daß der Sauerstoff mehr Lust hat, sich mit der Kohle zu verbinden, als mit dem Eisen; das aber ist durchaus nicht der Fall, denn es kommt eben auf die Umstände an.

Ein Stück Kohle kann Jahrelang in der Luft liegen, ohne daß es sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, während ein Stück Eisen die Verbindung schnell genug im Rosten eingeht; bringt man aber die Kohle an ein brennendes Licht, so daß sie zu glühen anfängt, so fängt augenblicklich die Verbindung der Kohle mit dem Sauerstoff der Luft an, und sie verwandelt sich in Kohlensäure mit der größten Leichtigkeit von der Welt.

Die Kohle hat also Lust, sich mit Sauerstoff zu verbinden; allein hierzu muß sie einer großen Hitze ausgesetzt sein, sie muß angebrannt werden, es sind also Umstände nöthig, um die Liebschaft zwischen Kohle und Sauerstoff zum Ausbruch zu bringen, was beim Eisen nicht der Fall ist.

Vielleicht könnte man hieraus schließen wollen, daß die chemische Anziehungskraft eine Art Liebschaft sei, die gerade durch die Hitze immer zunimmt; das wäre aber wieder fehlgeschossen, denn wir sehen es ja, daß die Hitze im Hoch-Ofen gerade die Liebschaft zwischen dem Eisen und Sauerstoff aufhebt, also schwächt und nicht verstärkt! —

Um zu sehen, wie sehr die chemische Anziehungskraft von Umständen herrührt, brauchen wir nur daran zu erinnern, daß in Pulverfabriken, wo man feingemahlenes

Kohlenpulver lange gehäuft übereinander liegen ließ, dieses Kohlenpulver sich oft schon von selber in Brand gesetzt hat, und zwar rein durch die Anziehung des Sauerstoffs, den jedes Kohlenstäubchen in sich auffangt, verdichtet und festhält. Bei dieser Selbstentzündung, die oft die größten Gefahren herbeigeführt hat, geräth der ganze Haufen Kohlenstaub in Brand und verwandelt sich sammt dem Sauerstoff der Luft in Kohlensäure.

Schon diese eine Vergleichung zwischen Eisen und Kohle in ihrem Verhälniß zum Sauerstoff wird es beweisen, daß es seine Schwierigkeit haben muß, zu sagen, ob der eine oder der andere Stoff größere Neigung zum Sauerstoff hat; denn außer dieser Neigung spielen die Umstände, unter welchen chemische Verbindungen vor sich gehen, die größte Rolle, und diese Umstände sind oft so verschieden, daß man sie gar nicht mit einander vergleichen kann. —

Gleichwohl hat sich die Wissenschaft nicht abschrecken lassen von der Schwierigkeit, welche die Umstände bieten und hat eine solche Tabelle der Neigungen herausstudirt und herausprobirt; denn diese Tabelle ist, wie wir zeigen werden, von der allergrößten Wichtigkeit, wenn man hinter die Geheimnisse der Natur kommen will.

Wenn man die einzelnen Umstände, unter welchen chemische Verbindungen vor sich gehen, genauer erwägt, so ergiebt sich aus ihnen eine Art Uebersicht über den Zustand, in welchem zwei chemische Stoffe sich befinden müssen, um die in ihnen schlummernde Neigung zu äußern, und deshalb wollen wir einige Fälle des Beispiels halber hier aufführen; denn wir werden später sehen, daß diese Fälle die Möglichkeit gewähren, einen Blick in die Geheimnisse der Natur zu werfen.

Wir wissen schon, daß Eisen in feuchter Luft schneller rostet als in trockener, das heißt: die Verbindung zwischen

dem Sauerstoff der Luft und dem Eisen wird durch die Feuchtigkeit der Luft befördert. Es wirkt also nicht die Anziehung der Stoffe allein, sondern auch der Zustand, in welchem die Stoffe sich befinden, auf die Verbindung derselben.

Wir wissen ferner, daß Kohle zwar Luftarten in sich einsaugt, ohne immer eine chemische Verbindung mit der Luftart einzugehen; dahingegen braucht man Kohle nur anzuzünden, das heißt zu erhitzen und sofort geht sie eine schnelle Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft ein und verwandelt sich mit dieser in Kohlensäure. Also hier sehen wir, daß die Feuchtigkeit der Luft keine Rolle spielt, sondern umgekehrt die Hitze ist die Kupplerin, welche die schnelle Ehe zwischen Kohle und Sauerstoff zu Wege bringt.

In vielen Fällen muß man, um eine chemische Verbindung zu Stande zu bringen, mindestens einen der Stoffe als Flüssigkeit anwenden. In manchen Fällen ist es nöthig, die Wärme zu steigern, um eine chemische Verbindung herbeizuführen; in manchen Fällen dagegen trennen sich zwei Stoffe aus ihrer chemischen Verbindung, wenn man sie erwärmt.

Sehr wunderbar ist die Einwirkung des Sonnenlichtes auf einzelne chemische Verbindungen, namentlich auf solche, in welchen Chlor oder Jod eine Rolle spielt. Das Chlor hat die Eigenschaft, alle Farben zu zerstören, weshalb man es zum Bleichen der Zeuge anwendet, wozu man sich sonst des Sonnenlichtes bediente. Schon dieser Umstand deutete darauf hin, daß das Sonnenlicht die Stoffe chemisch verändert, indem es ähnlich wie ein chemischer Stoff, das Chlor, wirkt. Wenn man nun durch die Forschungen der neuern Zeit ziemlich sicher weiß, daß das Sonnenlicht nicht eine Art Stoff, der von

der Sonne durch den ganzen Weltraum ausströmt, sondern nur eine Erscheinung ist, von der die Sonne die Ursache ist, so kann man sich die Einwirkung des Sonnenlichtes auf chemische Stoffe nur dadurch erklären, daß man annimmt, es versetze das Sonnenlicht die Stoffe in einen eigenthümlichen Zustand, welcher auf die chemische Verbindung von Einfluß ist. — Vor wenigen Jahren noch wußte man von dieser Einwirkung des Lichtes auf den chemischen Zustand gewisser Stoffe sehr wenig; nur das Bleichen der Wäsche im Sonnenlicht, die Rasenbleiche, war eine bekannte Thatsache; gegenwärtig jedoch, wo man allenthalben, fast in jeder Hütte schon Lichtbilder, Daguerreotypen, Photographien findet, jetzt hat man Gelegenheit zu sehen, welche wunderbare Wirkungen das Sonnenlicht auf chemische Stoffe hervorzubringen vermag, denn die ganze Kunst, Lichtbilder anzufertigen, ist eine rein chemische Operation.

Am interessantesten ist noch ein Umstand, der uns gleichfalls lehrt, wie eigenthümlich oft der Zustand der Stoffe sein muß, wenn man sie zu einer chemischen Verbindung bringen will.

Es giebt Stoffe, die man nur dann zu einer chemischen Verbindung bewegen kann, wenn man sich gewissermaßen auf die Lauer legt und den Augenblick abwartet, wo sie eben erst aus einer chemischen Verbindung freigelassen worden sind. Bietet man ihnen in diesem Augenblick Gelegenheit eine neue Verbindung einzugehen, so geschieht es schnell und leicht; läßt man ihnen aber Zeit, so hört die Lust, eine chemische Verbindung einzugehen, auf.

Einige Beispiele derart bietet sowohl die Entstehung der Salpetersäure, wie die des Ammoniak und auch in vielen Fällen die Entstehung des Wassers.

Wie wir wissen, besteht die Salpetersäure aus Sauer-

stoff und Stickstoff. Der Sauerstoff ist seiner Natur nach sehr verbindungslustig; allein der Stickstoff ist außerordentlich träge in dieser Beziehung, und das ist ein Glück, sonst würde sich oft in der Luft, die ja aus Sauerstoff und Stickstoff besteht, Salpetersäure bilden. Braucht man aber Salpetersäure, und das ist eben sehr vielfach in jetziger Zeit der Fall, so muß man den Moment abwarten, wo in irgend einem chemischen Vorgang gerade der Stickstoff aus einer früheren chemischen Verbindung verdrängt wird, und führt man ihm in diesem Augenblick den Sauerstoff zu, so geschieht die chemische Verbindung des Sauerstoffs und Stickstoffs ohne alle Schwierigkeit.

Dieses Ablauern des Stoffes, um ihn sofort wieder einfangen zu können, geschieht bei der Bereitung des Ammoniak in noch höherem Grade. Der Ammoniak, der aus Wasserstoff und Stickstoff besteht, bildet sich nur dann, wenn man einerseits Wasserstoff und andererseits Stickstoff aus ihren alten Verbindungen treibt und die eben erst freiwerdenden Stoffe ohne Zeitverlust zu einander führt. Man muß hier beiden Stoffen auflauern, um den Moment nicht zu verpassen.

Auch Wasser, das aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, bildet sich nicht, wenn man beide Gase zu einander bringt; dahingegen entsteht es bei unzähligen chemischen Operationen, wenn beide Gase im Entstehungsmoment, wo sie eben anderweitige Verbindungen verlassen haben, an einander gerathen.

Offenbar liegt ein Geheimniß eigener Art all den Zuständen zu Grunde, unter welchen chemische Verbindungen und Löschungen vor sich gehen, und wir haben Grund, diese chemischen Geheimnisse mit zu den geheimen Kräften der Natur zu zählen.

XIX. Eine Reihenfolge der chemischen Neigungen.

Nachdem wir einige Umstände kennen gelernt haben, die einen großen Einfluß auf die chemische Verbindung ausüben, wird es jedem klar werden, daß es eine große Schwierigkeit hat, genau zu bestimmen, ob der eine oder der andere Stoff sich leichter mit einem dritten verbindet, und welcher zwei dieser Stoffe also eine größere Anziehungskraft auf einander ausüben.

Trotzdem jedoch hat die Naturforschung es so weit gebracht, mit ziemlicher Sicherheit die Größe der chemischen Anziehung zwischen je zwei Urstoffen bestimmen zu können.

Nehmen wir wieder einmal den Sauerstoff als den ersten Stoff an, weil er mit allen anderen Stoffen am leichtesten Verbindungen eingeht und weil er in der Natur eine so große chemische Rolle spielt, so weiß man es jetzt, daß er so gut wie gar keine Neigung hat, sich mit Chlor zu verbinden. Eine stärkere Neigung besitzt der Sauerstoff schon zu Schwefel, mit dem er die bekannte Schwefelsäure bildet. Noch leichter verbindet er sich mit Phosphor zu Phosphorsäure und wiederum unter Umständen noch leichter mit Stickstoff zu Salpetersäure. Noch leichter ist seine Verbindung mit Kohlenstoff, um Kohlensäure zu bilden. Die Neigung des Sauerstoffs zum Wasserstoff ist wiederum stärker als die der bisher genannten Stoffe. Die Neigung wächst nun immer mehr, je mehr wir uns den Metallen nähern. Seine Verbindung mit Gold und Platina ist stärker als die mit Wasserstoff. Mit Silber verbindet sich Sauerstoff heftiger. Zum Kupfer hat er noch stärkere Neigung, zum Zink ist die Neigung wiederum bedeutender, zum Eisen ist sie schon

sehr stark, zum Natrium ist sie außerordentlich stark und am allerstärksten ist die Neigung zwischen Sauerstoff und Kalium.

Wir sind demnach schon im Stande, eine Reihe aufzuführen, in welcher jeder folgende Stoff eine immer bedeutendere Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, und diese Reihe von den genannten Stoffen würde demnach folgendermaßen lauten:

Chlor, Schwefel, Phosphor, Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Gold und Platin, Silber, Kupfer, Zink, Eisen, Natrium, Kalium.

Wir haben freilich nur die bekanntesten chemischen Urstoffe hier aufgeführt, während wir viele weniger bekannte mit Stillschweigen übergangen haben; allein auch bei diesen bekannten Stoffen dürfen wir nicht vergessen, daß die Umstände, unter welchen sie Verbindungen mit dem Sauerstoff eingehen, sehr verschieden sind, und daß demnach die Sicherheit der genannten Reihe noch nicht ganz fest steht.

Aber in dieser Reihe von Stoffen, die wir hier aufgeführt haben, zeigt sich etwas höchst Merkwürdiges, das einen Einblick in das Wesen der Naturgeheimnisse der Chemie gestattet.

Die Reihe sollte ja eigentlich nur für Verbindungen jedes dieser Stoffe mit Sauerstoff gelten, sie gilt aber auch für fast jeden andern dieser Stoffe. Nehmen wir beispielsweise den ersten der genannten Stoffe, das Chlor, so finden wir, daß auch dies sich am liebsten mit Kalium verbindet, welches der letzte Stoff der Reihe ist. Zunächst leicht verbindet sich Chlor mit Natrium, in welcher Verbindung es unser gewöhnliches Kochsalz bildet. Gehen wir in dieser Reihe weiter rückwärts, so kommen wir erst auf Eisen, dann auf Kupfer, Silber, Gold, Wasserstoff

und Kohlenstoff. Mit all diesen Stoffen verbindet sich Chlor; aber wenn ihm die Wahl gelassen wird, verbindet es sich immer lieber mit einem Stoff, der in der genannten Reihe weiter von ihm absteht, als mit einem, der ihm nahe steht. Also Chlor verbindet sich lieber mit Eisen, als mit Zink, lieber mit Zink als mit Kupfer, lieber mit Kupfer als mit Silber ꝛc., so daß es sich mit Kohlenstoff schon sehr schwer verbindet und zu dieser Verbindung, die in der Medizin gebraucht wird, schon das Einwirken des Sonnenlichtes zu Hilfe gerufen werden muß, weil sie ohne dessen Einwirkung nicht zu Stande kommt. — Mit dem neben dem Chlor stehenden Schwefel, Phosphor und Stickstoff kann man keine Verbindung mit dem Chlor zu Wege bringen, so daß wir hier sehen, wie diese Reihe nicht nur für den Sauerstoff, für welchen sie ja ursprünglich aufgestellt worden ist, Bedeutung hat, sondern auch für Chlor.

Das Merkwürdige geht aber noch weiter. Auch der zweite Stoff in der genannten Reihe, auch der Schwefel verbindet sich nicht mit dem ihm nebenstehenden Phosphor, auch nicht mit dem darauf folgenden Stickstoff und Kohlenstoff; wohl aber mit dem Wasserstoff, wo er das bekannte übelriechende „Schwefelwasserstoffgas“ bildet, das man in faulen Eiern riecht. Mit den folgenden Stoffen aber, die noch entfernter in der Reihe von ihm abstehen, verbindet er sich nun immer leichter und inniger, je weiter man in der Reihe kommt, so daß die Neigung zur Verbindung der Reihe nach zunimmt, bis endlich wieder Schwefel-Kalium die stärkste Verbindung ist, die man mit Schwefel hervorrufen kann.

Aehnlich verhält es sich mit dem dritten Stoff der angeführten Reihe, dem Phosphor. Er verbindet sich gar nicht, oder nur äußerst schwer mit Stoffen, die in der Reihe

neben ihm stehen, wohl aber stärker und immer stärker mit Stoffen, die ihm der Reihe nach entfernt und entfernter aufgeführt sind.

Da die Reihe von uns nur sehr lückenhaft aufgeführt worden ist, so können wir auch hier die weiteren Merkwürdigkeiten derselben nicht näher ausführen. Wir hoffen aber, daß unsere Leser uns Glauben schenken, wenn wir versichern, daß eine weiter ausgeführte Reihe mehr Merkwürdigkeiten derart zeigt, und eine Bedeutung für die Verbindungen aller Stoffe mit einander hat, obgleich wir ja wissen, daß wir die Reihe nur anfangs anlegten, um zu sehen, wie es um die Verbindung der einzelnen Stoffe mit dem Sauerstoff steht.

Diese merkwürdige Eigenthümlichkeit kann unmöglich zufällig sein, und sie ist es auch nicht, sondern man hat Grund zu vermuthen, daß ein allgemeines Naturgesetz hier geheim waltet, das mit dem Geheimniß der chemischen Verbindungskraft in genauem Zusammenhang steht.

Wir werden sehen, daß man diesem Geheimniß schon mit Glück nachgespürt hat!

XX. Wie die größte chemische Neigung gerade zwischen sich unähnlichen Stoffen besteht.

Wenn wir uns die Reihe der chemischen Urstoffe vergegenwärtigen, die wir im vorigen Kapitel angeführt haben, so ergiebt schon der flüchtige Blick, daß immer die neben einanderstehenden Stoffe eine gewisse Aehnlichkeit mit einander haben, während die am weitesten aus einander stehenden sich am unähnlichsten sind.

Theilen wir uns nun die Reihe etwa so, daß wir den Wasserstoff als die Mitte derselben betrachten, so sehen

wir auf der einen Seite lauter Metalle, auf der andern Seite fast lauter Stoffe, die am wenigsten Aehnlichkeit mit Metallen haben, wie z. B. Sauerstoff, Chlor, Schwefel, Phosphor u. s. w. Da aber gerade die Stoffe der einen Seite am leichtesten und schnellsten chemische Verbindungen eingehen mit Stoffen der andern Seite, so ergiebt schon der flüchtige Blick, daß die chemische Verbindung etwas ganz Eigenthümliches hat; denn es geht daraus hervor, daß nicht etwa die ähnlichen Stoffe auf einander eine Anziehung ausüben, um sich chemisch zu verbinden, sondern im Gegentheil, es verbinden sich diejenigen Stoffe am leichtesten, die sich am unähnlichsten sind.

Die stärkste und heftigste chemische Verbindung findet zwischen Sauerstoff und Kalium statt. Diese beiden Stoffe haben weder äußerlich in ihrer Erscheinung noch innerlich in ihrer Natur die mindeste Aehnlichkeit. Sauerstoff ist eine Luftart und das reine Kalium ist ein dem Silber ähnliches Metall, und gerade, weil sie sich so unähnlich sind, verbinden sie sich so leicht und schnell mit einander, daß man das Kalium nicht eine Minute an der Luft liegen lassen darf, ohne daß es mit großer Begierde den Sauerstoff anzieht und sich in Verbindung mit diesem verwandelt. Zink hat nicht die mindeste Aehnlichkeit mit Sauerstoff und doch weiß Jeder, daß es sich in der Luft sehr schnell mit einer weißgrauen Schicht überzieht, die eben nichts ist als eine Art Rost, welcher aus einer Verbindung des Zinks mit dem Sauerstoff der Luft entsteht. Wie dasselbe mit dem Eisen der Fall ist, ist gleichfalls bekannt, während z. B. Schwefel oder Kohle nicht ohne Weiteres aus der Luft den Sauerstoff anzieht.

Hieraus schon wird man auf den Schluß geführt, daß in der Chemie wohl eine eigenthümliche Kraft thätig ist,

welche gerade den am wenigsten sich ähnlichen Stoffen eine Anziehungskraft und Verbindungslust verleiht, um sich mit einander zu begatten und einen neuen verbundenen Stoff zu bilden. Und wirklich ist dieser Schluß ganz richtig, denn eine genauere und tiefer eindringende Forschung bestätigt diesen Schluß vollkommen und es steht als eine Grundregel der chemischen Anziehung fest, daß sie gerade zwischen solchen Stoffen am leichtesten vor sich geht, die ihrer Natur nach ganz entgegengesetzt sind.

Wer sich auch nur ein wenig Einblick in die Chemie verschaffen kann, der erstaunt über die Erscheinung, daß die Natur gerade in das Unähnlichste die stärkste Neigung gelegt hat, sich zu verbinden. Aehnlich wie der Nordpol des einen Magneten gerade den Südpol des andern Magneten, also den ungleichartigen Magnetismus aufsucht und anzieht, so zieht in der Chemie jeder Stoff den ungleichartigsten andern an, während er den gleichartigen Stoff gleichgültig und unangezogen läßt. Ganz so wie in der Elektrizität die positive und die negative Elektrizität sich anziehen, eben weil sie ganz entgegengesetzter Natur sind, ebenso geschieht es in der Chemie, wo die ihrer Natur nach entgegengesetzten Stoffe die stärkste Neigung zur Verbindung besitzen.

Schon dies führt auf den Gedanken, daß wohl ein und dieselbe Ursache all' diesen geheimen Kräften der Natur zu Grunde liegen müsse. Unmöglich kann es zufällig sein, daß allenthalben, wo eine Kraft in der Natur wirksam ist, eine Gegenkraft zugleich in Thätigkeit tritt, die mit ihr zusammen den Grund der Erscheinung ausmacht. In den festen Körpern herrscht eine Anziehungskraft zwischen einem Atom und dem andern, die sie zusammenpreßt und zugleich ist eine Abstoßungskraft thätig, die sie doch wie-

derum von einander fern hält. In dem großen Weltraum besitzen sämmtliche Himmelskörper eine Fliehkraft, die sie in die Unendlichkeit der Ferne treiben würde, und dieser Fliehkraft entgegen wirkt eine Anziehungskraft, die, wenn sie allein herrschte, alle Himmelskörper in einem einzigen Punkt vereinigen müßte. Und gerade diese zwei Kräfte, die entgegengesetzte Resultate in ihren Wirkungen haben würden, bringen den geordneten Lauf der Himmelskörper hervor, den wir anstaunen.

Im Magnetismus und in der Elektrizität ist die Trennung der Kräfte in zwei verschiedene Arten noch deutlicher ausgesprochen. Nordpol und Südpol, positive und negative Elektrizität treten hier auf, und es zeigt sich die auffallende Erscheinung, daß die entgegengesetzten Arten, die scheinbar einander feindlich sein sollten, sich gegenseitig suchen, sich einander anziehen. Finden wir nun in der Chemie ein ähnliches Verhältniß, zeigt sich auch hier, daß die entgegengesetzten Dinge die größere Neigung zu einander haben, so drängt sich unwillkürlich der Schluß auf, daß all' die geheimen Kräfte, die in so verschiedener Weise zur Erscheinung kommen, von einer uns noch unbekannten großen gemeinsamen Naturkraft, die das All' durchdringt, herstammen müssen, und daß sie alle wohl nur verschiedene Erscheinungen der gemeinsamen noch unentdeckten Kraft sein mögen.

Wir werden am Schluß unseres Themas noch einige Betrachtungen über diese gemeinsame Urkraft anstellen; für jetzt jedoch müssen wir zu den bereits entdeckten Gesetzen der Chemie zurück, um diese vorerst kennen zu lernen und um dann zeigen zu können, welch' herrliche Entdeckungen in neuerer Zeit gemacht worden sind, die fast mit schlagender Gewißheit den Beweiß führen, daß die Chemie, die für den ersten Blick gar nicht die mindeste

Aehnlichkeit mit der Elektrizität zu haben scheint, aufs innigste mit der Elektrizität verwandt ist, so daß man mit Recht nunmehr gestehen muß, daß fast ohne chemische Erscheinungen keine Elektrizität, und ohne Elektrizität keine chemische Erscheinung zu Wege gebracht werden kann.

XXI. Von der Natur der chemischen Verbindungen.

Wir haben es schon erwähnt, daß es einige sechzig chemische Urstoffe giebt, und daß sich je zwei und zwei dieser Stoffe chemisch verbinden können. Wenn dies der Fall ist, so nennt man die Verbindung eine einfache. Sauerstoff und Schwefel sind zwei chemische Urstoffe; wenn sie sich verbinden, bilden sie Schwefelsäure, und weil die Schwefelsäure eben nur aus zwei Stoffen besteht, nennt man sie eine einfache Verbindung. Es läßt sich denken, daß es außerordentlich viele einfache Verbindungen geben kann. Es verbindet sich auch Chlor mit den übrigen Stoffen, und ebenso mit Jod, Brom, Schwefel, Phosphor 2c. mit den meisten übrigen Urstoffen, so daß deren Zahl außerordentlich groß ist.

Nennen wir nun Verbindungen dieser Art, wo nur zwei Urstoffe zu einander getreten sind, Verbindungen erster Ordnung, so zeigt es sich, daß auch aus diesen Verbindungen hervorgegangene Dinge meisthin eine besondere Neigung haben, sich wieder mit einander zu verbinden.

Wir haben schon des Rostes öfters erwähnt, daß er gebildet wird von Eisen und Sauerstoff; also Rost ist ebenfalls eine Verbindung erster Ordnung. Bringt man nun zu diesem unter gewissen Umständen etwas Schwefelsäure, so verbinden sich diese beiden Dinge zu einem neuen

Dinge, das aus Schwefelsäure und Eisenrost besteht, und wie grünes Salz aussieht, das gewiß Vielen unter dem Namen Eisenvitriol bekannt ist. Solch eine Verbindung ist eine Verbindung zweiter Ordnung.

Da die meisten Dinge, die aus Verbindungen zweiter Ordnung entstehen, die Form und Gestalt des Salzes haben, so nennt man sie Salze. Nun aber verbinden sich oft auch noch zwei solcher Salze mit einander und bilden Doppelsalze, und diese werden Verbindungen dritter Ordnung genannt.

Alle diese Verbindungen aber stehen unter ganz genauen und von der Natur mit großer Pünktlichkeit befolgten Gesetzen.

Man bringe nur einem Chemiker irgend einen chemischen Körper, sei es Körper erster oder zweiter oder dritter Ordnung und er wird sofort im Stande sein, nicht nur zu sagen, was für einfache Urstoffe darin stecken, sondern er wird mit der schärfsten Genauigkeit zugleich angeben können, wie viele Gewichtstheile von jedem einzelnen Urstoff darin enthalten sind. Denn nichts in der Welt ist so pünktlich wie die Natur, und hat man auch nur einmal ihre Gesetze belauscht, so hat man für alle Zeiten den ewig sichern Faden, um ihr Verfahren zu erkennen. Dies aber ist in der Chemie bereits geschehen und die Gesetze, nach welchen die Natur ihre chemischen Kunststücke betreibt, sind jetzt schon jedem Chemiker geläufig und bekannt.

Das erste dieser Gesetze lautet folgendermaßen:

„Wenn sich zwei Urstoffe mit einander chemisch verbinden, so geschieht dies nur nach genauen Gewichten!"

Wir wissen es schon, daß Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht; aber man bildet sich nicht ein, daß es ein Wasser geben kann, worin etwas mehr Sauerstoff

ist als in einem andern, sondern es steht unerschütterlich fest, daß in jeder Art von Wasser, mag man es hernehmen aus dem Meer oder aus einer Quelle, oder aus Eis oder aus Schnee bereiten oder in Thau oder Regen ansammeln, immer und zu aller Zeit in einem Pfund Wasser stets genau so und soviel Loth Sauerstoff und so und soviel Loth Wasserstoff vorhanden sein werden. Kein Chemiker in der Welt und auch die Natur vermag nicht ein Wasser herzustellen, worin ein Atom Sauerstoff oder Wasserstoff mehr ist als in allen Wassern der Welt. Das heißt aber nichts anderes, als daß in jedem Pfund Wasser stets das Gewicht des Sauerstoffs und des Wasserstoffs genau und unumstößlich fest gegeben ist.

Hundert Loth Sauerstoff verbinden sich ganz genau mit zwölf und einem halben Loth Wasserstoff zu 112½ Loth Wasser; will man 100 Pfund Sauerstoff zur Bildung von Wasser verwenden, so muß man 12½ Pfund Wasserstoff dazu bringen und es darf auch nicht das kleinste Theilchen daran fehlen. Nimmt man nur Sauerstoff oder mehr Wasserstoff, so bleibt er übrig und verbindet sich nicht, das heißt, er läßt sich auf keinen chemischen Prozeß weiter ein.

Und wie dies mit dem Wasser ist, so ist es mit allen Dingen, die aus zwei Urstoffen bestehen. Die Schwefelsäure z. B. besteht immer aus 100 Gewichtstheilen Schwefel und 150 Gewichtstheilen Sauerstoff, man mag die Schwefelsäure fabriziren, wie und wo man will. Unser gewöhnlicher gebrannter Kalk besteht aus einem Metall, das den Namen Calcium hat, und aus einer Portion Sauerstoff, und zwar sind immer im Kalk 250 Gewichtstheile Calcium und 100 Gewichtstheile Sauerstoff, gleichviel ob man den Kalk aus Marmor oder aus Kalkstein, aus Kreide oder aus Knochen oder Eierschalen

brennen will. Es geht ein für allemal nicht anders, es werden immer in 350 Loth Kalk 250 Loth Calcium und 100 Loth Sauerstoff enthalten sein.

Woher aber mag das rühren? Warum vermag man nicht ein chemisches Ding herzustellen, worin man etwas mehr von dem einen Stoff hineinthut als die Chemie vorschreibt?

Offenbar rührt dies von der chemischen Anziehungskraft her, die zwischen je zwei Stoffen herrscht. Diese ist gewissermaßen wie der Appetit, aber ein so geregelter und genau zugemessener Appetit, daß er nur eine bestimmte, genau gewogene Portion aufnimmt und nicht ein Krümelchen mehr.

Wir werden im nächsten A.schnitt zeigen, wie sonderbar einerseits und wie wunderbar andererseits dieser Appetit sich herausstellt.

XXII. Die Gewichts-Verhältnisse der chemischen Verbindungen.

Der Grund, weshalb ein gewisses Gewicht eines Urstoffes nur ein ganz genau bestimmtes Gewicht eines andern Stoffes anzuziehen vermag und sich nicht ein Bischen abdingen oder ein Bischen mehr aufdringen läßt, ist ein tiefer und sehr bedeutsamer. Gerade die Erscheinung dieses Grundes hat die geistesschärfsten Denker dahin geführt, einen Blick in das Wesen aller körperlichen Dinge zu thun und den Beweis zu führen, daß Alles, was wir in der Welt sehen, Alles, was wir in, um und an uns haben, zusammengesetzt ist aus einzelnen kleinen Atomen, die so klein sind, daß wir ein einzelnes davon nicht sehen können, selbst mit den schärfst.n Vergrößerungsgläsern

nicht, und daß aus der Zusammenstellung dieser Atome sämmtliche Dinge der Welt erst entstanden sind.

Wir werden über diese wichtige Lehre noch weiterhin ein Näheres sprechen; für jetzt haben wir ein höchst merkwürdiges chemisches Gesetz unseren Lesern vorzuführen, dessen Erforschung ebenfalls für die Wissenschaft von der wichtigsten Bedeutung geworden ist.

Wir wissen, daß ein jeder chemische Urstoff einen gewissen Appetit hat, sich mit einem andern chemischen Urstoffe zu verbinden, daß aber der Appetit des Stoffes durchaus mit einer ganz genau bestimmten Portion des zweiten Stoffes gesättigt werden muß, von der er sich nichts abhandeln und zu der er sich nichts zulegen läßt. Es findet nun aber ein ganz wunderbares Verhältniß in diesem Appetit sowohl, wie in den Portionen statt. Um dies einleuchtend zu machen, müssen wir einmal diesen Appetit und die Portionen bei einigen Stoffen etwas näher kennen lernen.

Wir wollen nun wieder mit dem Sauerstoff anfangen und uns denken, wir haben 100 Loth Sauerstoff vor uns und dazu eine ganze Masse von einzelnen Urstoffen, die wir beliebig mit dieser Portion Sauerstoff chemisch verbinden können. Es fragt sich nun z. B.: wie viel Wasserstoff werden die 100 Loth Sauerstoff aufnehmen? Die Antwort hierauf lehrt die Erfahrung; und die genaueste Prüfung ergiebt, daß netto 12½ Loth Wasserstoff den Appetit von 100 Loth Sauerstoff stillen, so daß nun aus beiden Stoffen 112½ Loth Wasser entstehen.

Da wir nun wissen, wie groß der Appetit von 100 Loth Sauerstoff ist, wenn wir ihn mit Wasserstoff speisen, so wollen wir einmal sehen, ob sein Appetit zum Stickstoff größer oder kleiner ist. Macht man nun den Versuch und bringt die einfachste Verbindung von Sauerstoff und

Stickstoff zu Stande, woraus eine Art salpetersaures Gas entsteht, so findet man, daß er von Stickstoff eine ganz gewaltige Portion zu sich nehmen kann, denn die 100 Loth Sauerstoff nehmen 175 Loth Stickstoff auf.

Da nun dieselben 100 Loth Sauerstoff schon satt wurden durch 12½ Loth Wasserstoff, dagegen 175 Loth Stickstoff brauchen, um gesättigt zu werden, so muß man schon annehmen, daß 12½ Loth Wasserstoff gerade so viel Sättigungsstoff in sich haben als 157 Loth Stickstoff, daß man also beliebig statt des einen den andern wählen kann.

So weit wäre die Sache nun nicht wunderbar, denn wir haben viele Dinge in der Welt, wo ein wenig von dem einen Stoff so viel zu bedeuten hat, als sehr viel vom andern Stoff. Aber das Wunderbare kommt erst, wenn man probirt, wie sich denn Wasserstoff mit Stickstoff verbindet.

Versucht man es, Wasserstoff mit Stickstoff in chemische Verbindung zu bringen, so zeigt es sich, daß gerade die 12½ Loth Wasserstoff, die wir schon kennen, netto die 175 Loth Stickstoff aufnehmen, um eine Verbindung einzugehen. Also die 12½ Loth Wasserstoff sind nicht für den Appetit des Sauerstoffes so gut wie 175 Loth Stickstoff, sondern die 12½ Loth Wasserstoff haben netto auch solch großen Appetit wie die 100 Loth Sauerstoff, denn sie verstehen gleich diesen das Kunststück, sich nur durch 175 Loth Stickstoff sättigen zu lassen.

Hieraus aber ergiebt sich ein ganz eigenthümlicher wunderbarer Einblick in das geheime Wesen der chemischen Verbindungen.

Wir haben uns gewundert, daß 100 Loth Sauerstoff schon satt werden durch 12½ Loth Wasserstoff, während sie 175 Loth Stickstoff zur Sättigung brauchen; jetzt aber sehen wir die erstaunliche Thatsache, daß die bescheidene

Portion von 12½ Loth Wasserstoff auch einen sehr gesegneten Appetit hat nach Stickstoff und ebenfalls erst satt wird, wenn sie 175 Loth davon verzehrt hat. Wir finden also, daß der Appetit von 12½ Loth Wasserstoff netto so groß ist, wie der von 100 Loth Sauerstoff und kommen nun endlich dahinter, daß gerade darum 12½ Loth Wasserstoff mit 100 Loth Sauerstoff sich verbinden, weil ihr chemischer Appetit gleich groß ist.

Der chemische Appetit ist aber nichts anderes als die chemische Anziehungskraft, und wir kommen so hinter ein Geheimniß, das uns folgendes lehrt:

Da 100 Loth Sauerstoff sich nur mit 12½ Loth Wasserstoff verbinden, so müssen wir schließen, daß die chemische Anziehungskraft der 100 Loth Sauerstoff gerade so groß ist, wie die der 12½ Loth Wasserstoff.

Das Eigenthümliche und Wunderbare, das wir hier von den drei Stoffen Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff angeführt haben, findet aber bei allen übrigen sechzig Stoffen statt, und hieraus ergiebt sich ein so richtiges Naturgesetz der chemischen Verbindungen, daß man wohl sagen darf, daß dessen Erkenntniß erst die Chemie zu begründen vermochte.

XXIII. Wie die chemischen Stoffe stets nur in bestimmten Gewichtstheilen ihre Verbindungen eingehen.

Da es, wie wir gesehen haben, ein so eigenthümliches Ding ist mit dem Appetit der chemischen Urstoffe, so wollen wir einmal eine Reihe derselben hier aufsuchen und durch Zahlen genauer angeben, wie viel von jedem Urstoff man nehmen muß, um dessen Appetit gleich zu machen

mit dem von 100 Loth Sauerstoff; oder richtiger, wie viel von jedem Urstoff eine gleiche chemische Anziehungskraft äußert, als die 100 Loth Sauerstoff.

Wir wissen bereits, daß 12½ Loth Wasserstoff so stark in ihrem Appetit sind, als 100 Loth Sauerstoff, und darum verbinden sich auch 100 Loth Sauerstoff genau mit 12½ Loth Wasserstoff, um Wasser zu bilden. Der Stickstoff dagegen ist von schwachem Appetit, denn man muß schon 175 Loth Stickstoff nehmen, um seine chemische Anziehungskraft gleich groß zu machen der von 12½ Loth Wasserstoff oder 100 Loth Sauerstoff.— Will man Kohlenstoff nehmen, so ergiebt der Versuch, daß 75 Loth desselben sich mit 100 Loth Sauerstoff verbinden und diese beisammen bilden das so gefährliche Kohlenoxid oder den Kohlendampf, an dem so viele Menschen ersticken, wenn sie unvorsichtigerweise die Ofenklappe zu früh schließen. Also 75 Loth Kohlenstoff oder reine Kohle hat so viel chemische Anziehungskraft wie 100 Loth Sauerstoff oder 12½ Loth Wasserstoff oder 175 Loth Stickstoff.

Macht man denselben Versuch mit Schwefel, so ergiebt sich, daß er einen halbmal so schwachen Appetit hat, als Sauerstoff, denn von Schwefel muß man schon an 200 Loth dazu nehmen. Phosphor ist nahe viermal so schwach an Appetit, denn man muß schon 400 Loth nehmen, um seine Anziehung der von 100 Loth Sauerstoff gleich zu machen. Von Chlor muß man gar 440 Loth dazu thun, um durch ihn eine eben so starke Anziehung zu haben. Für Natrium braucht man wieder nur 290 Loth hierzu. Hieraus aber folgt, daß 290 Loth Natrium so stark in der Anziehung sind, als 440 Loth Chlor, denn jeder dieser Stoffe ist in solcher angegebenen Menge ja so stark in seiner Anziehung, als 100 Loth Sauerstoff. Da nun Chlor und Natrium wirklich in der Natur eine sehr ge-

wöhnliche Verbindung eingehen und als solche unser gewöhnliches Kochsalz bilden, so weiß man mit vollster Sicherheit, daß man zu 440 Loth Chlor netto 290 Loth Natrium nehmen muß, um aus beiden 730 Loth Kochsalz zu bilden.

Daher rührt es auch, daß wenn man einem Chemiker eine Hand voll Kochsalz bringt, er dies nur genau zu wiegen braucht, um gleich sagen zu können, wie viel Chlor und wie viel Natrium darin steckt. —

Wir wollen nun noch einige andere bekannte Urstoffe hier aufführen und neben dieselben die Zahlen stellen, welche andeuten, wie viele Loth an jedem Stoffe nöthig sind, um seine chemische Anziehung so stark zu machen, wie die von 100 Loth Sauerstoff.

Die Versuche haben gelehrt, daß man von Eisen 352 Loth nehmen muß, von Zink 407 Loth, von Zinn 735 Loth, von Blei 1295 Loth, von Kupfer 396 Loth, von Quecksilber 1250 Loth, von Silber 1350 Loth und von Gold gar 2458 Loth.

Das Wichtige und Merkwürdige in diesen Zahlen ist nun, daß sie ursprünglich eigentlich doch nur in einer Beziehung zum Sauerstoff zu stehen scheinen, aber daß sie zugleich auch für alle übrigen Verbindungen der Stoffe unter einander gelten. Gesetzt, es wollte Jemand Zinnober machen, die bekannte vorzüglich rothe Farbe, die von den Malern so sehr geschätzt wird, und welche eine chemische Verbindung von Schwefel und Quecksilber ist, so fragt es sich, wie viel Schwefel und wie viel Quecksilber muß man dazu haben. Hierüber geben unsere Zahlen genauen Aufschluß. Zweihundert Theile Schwefel sind, wie oben gezeigt, so stark in der Anziehung, wie hundert Theile Sauerstoff, und 1250 Theile Quecksilber sind auch in ihrer Anziehung so stark, wie 100 Theile

Sauerstoff, folglich müssen sich 200 Gewichtstheile Schwefel mit 1250 Gewichtstheilen Quecksilber verbinden und zusammen Zinnober bilden.

So aber geht es mit allen genannten und ebenso mit den übrigen Urstoffen, die wir hier nicht aufgeführt haben. Die Gewichtstheile, in welchen sie sich mit irgend einem Stoffe verbinden, passen auch zu allen anderen Stoffen. Es ergiebt sich also hieraus, daß alle chemischen Urstoffe in einem gewissen Verhältniß zu einander stehen, so daß man, um eine gewisse chemische Wirkung hervorzubringen, den einen statt des andern nehmen kann, wenn man nur das richtige oben angegebene Gewicht dazu verwendet.

Das aber kann unmöglich zufällig sein, sondern deutet auf ein ganz bestimmtes Naturgesetz hin, das in der Chemie waltet. Gewiß muß es seinen Grund haben, warum man 1250 Loth Quecksilber braucht, um eine so starke Anziehung hervorzubringen, wie sie 100 Loth Sauerstoff ausüben. Zweihundert Loth Schwefel, haben wir gesehen, sind so stark in ihrer Anziehung, wie 100 Loth Sauerstoff; kann es wohl Zufall sein, daß man gerade 200 Loth Schwefel braucht, um 1250 Loth Quecksilber chemisch zu binden? Muß nicht hier eine Kraft schlummern, die den chemischen Vorgängen zu Grunde liegt, und die es macht, daß sämmtliche chemische Verbindungen nur dann vollständig geschehen, wenn man gerade so viel von zwei Stoffen zu einander bringt, daß ihre chemische Anziehungskraft ganz gleich ist?

So ganz und gar ist man freilich hinter das Geheimniß der Chemie noch nicht gekommen; aber man ist ganz sicher auf dem Wege dahin, und um unsere Leser dahin zu führen, wo der jetzige Standpunkt der Forschung sich befindet, wollen wir noch einige Schritte auf dem Gebiete

thun, die nicht nur interessant, sondern im höchsten Maße belehrend sind.

XXIV. Was chemischer Appetit und was chemische Energie ist.

Obgleich wir eben gezeigt haben, daß in allen chemischen Verbindungen der Appetit der Stoffe, die sich chemisch vereinigt haben, gleich groß ist, so lehrt dennoch die Erfahrung, daß sehr oft ein Stoff einen andern aus seiner bereits eingegangenen Verbindung verdrängt.

Nehmen wir zum Beispiel eine Verbindung von 100 Loth Sauerstoff mit 12½ Loth Wasserstoff, so wissen wir, daß dies netto 112½ Loth Wasser giebt, und wir müssen nach dem früher Gesagten annehmen, daß die 12½ Loth Wasserstoff in ihrer chemischen Anziehungskraft eben so groß sind wie die der hundert Loth Sauerstoff. Nun aber wissen wir durch Versuche, daß 489 Loth eines Metalls, das Kalium heißt, sich auch mit 100 Loth Sauerstoff verbinden, und also dem Appetit von 12½ Loth Wasserstoff ganz gleich kommen. Wenn dem aber so ist, woher kommt es, daß das Kalium in Wasser geworfen das Wasser zersetzt, den Wasserstoff vertreibt und sich mit dem Sauerstoff verbindet?

Man werfe nur einmal ein Stückchen Kalium-Metall in einen Teller Wasser, und man wird ein herrliches Schauspiel vor sich sehen. Das Metall sprudelt auf dem Wasser umher, wird im Wasser glühend; aus dem Wasser steigt ein Gas auf, das bald zu brennen anfängt, bis endlich das Kalium ganz und gar schwindet, das Wasser am Gewicht ein wenig zugenommen hat und der ganze Vorgang zu Ende ist. Nun weiß man, daß diese

sonderbaren Erscheinungen daher rühren, daß das Kalium größere Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu verbinden, als das bisher mit dem Sauerstoff verbundene Wasserstoffgas. Das Kalium zieht nun den Sauerstoff an und verbindet sich mit diesem so heftig, daß das Kalium dabei in Gluth geräth. Gleichzeitig muß der Wasserstoff, der früher mit dem Sauerstoff verbunden war, entweichen, und da Wasserstoff ein brennbares Gas ist, so zündet er sich an dem glühend gewordenen Kalium an und brennt, während das mit Sauerstoff verbundene Kalium eine Art Salz wird, das sich im übrigen Wasser auflöst. — Wir sehen demnach, daß das Kalium durchaus stärker sein muß in seiner chemischen Kraft als das Wasserstoffgas, und doch haben wir behauptet, daß sie eigentlich gleichen Appetits sind? Die Antwort auf diese Frage ist folgende.

Es ist richtig, daß der Appetit von 12½ Loth Wasserstoff gerade so groß ist, wie der Appetit von 489 Loth Kalium, denn beide verbinden sich mit 100 Loth Sauerstoff; aber die Begierde derselben ist nicht gleich. — Man kann sich beispielsweise denken, daß zwei Menschen nur eine Portion Speise vor sich haben, von welcher jeder derselben sich sättigen könnte. Der eine jedoch sei von der heftigsten Eßgier befallen, während der andere nur mäßig und gemächlich genießen möchte, und daß der Erstere nicht nur die Portion dem andern vor der Nase aufißt, sondern ihm auch noch das aus der Hand reißt, was jener sich schon angeeignet hat. Wenn dies Beispiel auch nicht ganz zutrifft, so macht es doch wenigstens deutlich, wie man den Appetit, der nur anzeigt, wie viel man zu verzehren im Stande ist, nicht mit der Begierde verwechseln darf, die die Heftigkeit und Schnelligkeit anzeigt, mit welcher man die Portion verzehrt. — In diesem Sinne

können wir sagen, daß der Appetit von 489 Loth Kalium freilich nur so groß ist, wie der von 12½ Loth Wasserstoff: allein die Begierde des Kalium, seinen Appetit zu stillen, ist so ungeheuer groß, daß es im Stande ist, dem Wasserstoff die Portion gewissermaßen aus dem Magen zu reißen und zu verzehren.

Wollen wir das, was wir eben durch eine bildliche Sprache deutlich zu machen suchten, in strengerem wissenschaftlichem Ausdruck wiedergeben, so müssen wir Folgendes sagen:

Je zwei chemische Urstoffe sind im Stande, sich in einem bestimmten Verhältniß chemisch zu verbinden, und wenn sie dies thun, so geschieht es immer in solchen Gewichtsmengen, daß ihre Anziehung auf einander gleich groß ist. Allein wenn auch die Anziehung gleich ist, so ist doch die Energie, mit welcher sie sich verbinden, nicht gleich groß bei jeden beliebigen zwei Stoffen, und daher ist auch nicht immer jede Verbindung zweier Stoffe gleich stark, gleich haltbar und unerschütterlich.

Woher aber rührt diese Verschiedenheit? Warum können 12½ Loth Wasserstoff so viel Sauerstoff chemisch binden, als 489 Loth Kalium, trotzdem das Kalium so stark ist, den Wasserstoff aus dem gebildeten Wasser hinauszuwerfen?

Offenbar steckt hier wieder ein Naturgeheimniß dahinter, das man zu erforschen hat; ein Naturgeheimniß, das bewirkt, daß einerseits ein kleiner Theil eines Stoffes so viel vom andern Stoff aufnehmen kann, als ein dritter Stoff nur in einer größeren Summe von Gewichtsmenge es vermag, und andererseits bewirkt, daß dieser dritte Stoff dennoch energisch genug ist, den ersteren Stoff aus seiner bereits eingegangenen Verbindung zu treiben.

Auch diesem Naturgeheimniß ist die Wissenschaft jetzt

schon auf die Spur gekommen, und wir wollen dasselbe auch unsern Lesern vorführen; wir bedürfen aber hierzu einiger Vorbereitungen, die wir nunmehr, so kurz wie es uns möglich, entwickeln wollen.

XXV. Die Verbindung eines chemischen Stoffes mit doppelten und mehrfachen Portionen.

In unserer bisherigen Betrachtung der Gesetze der chemischen Verbindungen haben wir die Behauptung aufgestellt, daß zwei Stoffe sich nur dann vollständig mit einander verbinden, wenn man von beiden das richtige bestimmte Gewicht dazu nimmt. Wir haben indessen zu diesem ganz richtigen Grundsatze noch einen zweiten hinzuzufügen, der scheinbar wie ein Widerspruch klingt; wir werden aber bei aufmerksamer Betrachtung bald sehen, daß dies nicht der Fall ist.

Wir wissen, daß wenn man Schwefel mit Sauerstoff zu einer chemischen Verbindung bringen will, man 200 Gewichtstheile Schwefel und 100 Gewichtstheile Sauerstoff dazu verwenden muß. Man sollte nun glauben, daß es gar nicht möglich sei, aus Schwefel und Sauerstoff etwas anderes chemisch zu Stande zu bringen, als eben das, was aus den angegebenen Gewichtsmengen wird. Allein die Erfahrung lehrt, daß dem nicht so ist.

Schon in älterer Zeit verstand man aus Schwefel und Sauerstoff vier verschiedene Dinge zu fabriziren; jetzt ist es sogar gelungen, sieben verschiedene chemische Verbindungen aus diesen beiden Stoffen herzustellen, und zwar entstehen diese sieben verschiedenen Verbindungen dadurch, daß man die Gewichtsmenge des Schwefels und Sauerstoffs verschieden anwendet. Für den ersten Augen-

blick scheint dies nun freilich im Widerspruch zu stehen mit dem bisher ausgesprochenen Grundsatz, daß in jeder chemischen Verbindung zweier Stoffe stets ein festes unverrückbares Gewichtsverhältniß der Stoffe angewandt werden müsse; allein, wenn man sich die Sache genauer ansieht, so bemerkt man, wie man Ursache hat, in jenem Grundsatz sich nur noch mehr bestärkt zu fühlen; ja man gelangt bei einigem Nachdenken erst recht hinter ein großes Naturgeheimniß der Chemie.

Wir wollen einmal die Gewichte angeben, welche man anwenden muß, um jede der hauptsächlichsten vier Verbindungen von Schwefel und Sauerstoff herzustellen; wir werden soglcich sehen, daß es mit den Gewichtsmengen doch nicht so willkürlich geht, sondern daß sie in einem ganz bestimmten Verhältniß bleiben müssen.

Man kann 200 Loth Schwefel und 100 Loth Sauerstoff verbinden und daraus entsteht ein Ding, das man zwar allein noch nicht hat darstellen können; aber man kennt es doch, weil man ihm nachzuspüren vermochte, wo es sich mit andern chemischen Körpern verbunden hat. Dies Ding, von dem man vermuthet, daß es ein Gas ist, heißt „unterschweflige Säure". Man kann ferner 200 Loth Schwefel mit 200 Loth Sauerstoff verbinden, und daraus entsteht „schweflige Säure", das bekannte stechend riechende Gas, das schon jedem in die Nase gestiegen ist, der diese über die blau brennende Flamme eines noch nicht ganz angebrannten Schwefelhölzchens gehalten hat. — Sodann kann man mit einiger Schwierigkeit eine Verbindung von 400 Gewichtstheilen Schwefel und 500 Gewichtstheilen Sauerstoff herstellen, die man „Unterschwefelsäure" nennt. Endlich stellt man „Schwefelsäure" dar und die besteht aus 200 Gewichtstheilen Schwefel und 300 Gewichtstheilen Sauerstoff. —

Betrachtet man diese Zahlen näher, so sieht man zwar, daß Sauerstoff und Schwefel nicht so strenge an dem Gesetz festhalten, sich nur in einem einzigen bestimmten Gewichtsverhältniß zu verbinden. Man hat sogar, wie gesagt, sieben verschiedene Verhältnisse herausgefunden, in welchen diese zwei Stoffe Verbindungen eingehen; allein wenn man hieraus schließen wollte, daß überhaupt in der Chemie jenes strenge Verbindungsgesetz nicht feststehe, so würde man sehr irren. Im Gegentheil, aus den Zahlen geht gerade hervor, daß die Gewichtsverhältnisse bei mehrfachen Verbindungen sehr strenge inne gehalten werden. Wir sehen, daß 200 Gewichtstheile Schwefel sich nicht willkürlich mit einer beliebigen Gewichtsmenge von Sauerstoff verbinden, sondern es müssen gerade 100 oder 200 oder 300 oder auf 400 Gewichtstheile Schwefel 500 Gewichtstheile Sauerstoff sein, die eine chemische Verbindung eingehen. Mit einem Worte, man sieht den Sauerstoff zwar verschiedene Stufen der Verbindungen herstellen; aber jede Stufe rückt immer um ein volles Hundert. — Dieß auffallende Verhältniß muß sicherlich zu dem Schluß führen, daß es bei einer chemischen Verbindung wohl möglich ist, einen Stoff doppelt, dreifach und vierfach mit einem andern zusammenzubringen; aber nicht in sonst beliebiger Menge.

Da sich diese verschiedenen Stufen der Verbindungen bei den chemischen Dingen, die aus Stickstoff und Sauerstoff entstehen, noch auffallender herausstellen, so wollen wir einmal auch diese hier vorführen.

Vom Stickstoff wissen wir, daß 175 Loth desselben sich mit 100 Loth Sauerstoff verbinden. Wir wollen der Einfachheit halber 175 Gewichtstheile Stickstoff Eine Portion Stickstoff nennen, und ebenso 100 Gewichtstheile Sauerstoff mit Einer Portion Sauerstoff bezeich-

nen. Nun giebt es fünf verschiedene Stufen der Verbindungen des Stickstoffs mit dem Sauerstoff; aber auch bei diesen zeigt sich, daß nur dann eine neue Verbindung zu Wege gebracht wird, wenn man gerade doppelt, dreifach, vierfach oder fünffach vom Sauerstoff dazu nimmt; nicht aber, wenn man die Sauerstoffmenge in beliebigem Verhältniß dazu verwenden will.

Es lehrt die Erfahrung, daß eine Portion Stickstoff und eine Portion Sauerstoff das Stickstoff-Oxydul giebt. Eine Portion Stickstoff und zwei Portionen Sauerstoff geben das Stickstoff-Oxyd. Eine Portion Stickstoff und drei Portionen Sauerstoff, geben die salpetrige Säure. Eine Portion Stickstoff und vier Portionen Sauerstoff geben die Unter-Salpetersäure, und eine Portion Stickstoff und fünf Portionen Sauerstoff geben die Salpetersäure. — Hier also sehen wir, daß man zu 175 Gewichtstheilen Stickstoff immer nur ein volles Hundert Gewichtstheile Sauerstoff anwenden kann; nimmt man nicht das volle Hundert oder richtiger die volle richtige Portion, so wird nichts Chemisches daraus.

Dies aber muß seinen tiefen Grund haben, und diesen wollen wir nun kennen lernen, denn der ist ein Grundpfeiler der jetzigen Lehren über die Natur und ihre Geheimnisse.

XXVI. Was man in der Chemie von den Atomen erfahren kann.

Das Nachdenken der scharfsinnigsten Naturforscher über all die erwähnten Räthsel, die sich im Bereich der chemischen Verbindungen aufdrängen, hat dahin geführt,

daß man jetzt im Stande ist, sich ein deutliches Bild zu machen von dem, was in der geheimen Werkstatt der Natur vorgeht und daß man so gewissermaßen Dinge zu sehen vermag, für welche uns die Natur selber den Sinn versagt zu haben scheint.

Die Auflösung vieler Fragen, die sich bei den chemischen Vorgängen herausstellen, ist eigentlich sehr einfach, ja fast zu einfach für den klügelnden Geist vieler Philosophen, die meisthin ein Vergnügen darin finden, sich jeden Naturvorgang so verwickelt wie möglich zu denken oder — wo ihr Denken aufhört, auszumalen.

Es liegt ein richtiger Sinn im Volke, das unter dem Namen „natürlich" sich immer etwas Einfaches vorstellt, denn in der That ist nichts in der Welt natürlicher als die Natur und die Natur ist meisthin sehr einfach in dem, was sie schafft, wenn es auch uns höchst geheimnißvoll und daher sehr verwickelt erscheint.

Sehen wir uns einmal den chemischen Vorgang an, wie ihn sich die scharfsinnigen Naturforscher vorstellen, um dadurch die Räthsel der Chemie zu lösen; wir werden sehen, daß diese Vorstellung höchst einfach ist und darum schon die natürliche genannt zu werden verdient.

Nach den Lehren der neueren Naturforschung besteht jedes Ding in der Welt aus einer Sammlung einzelner Atome. Ein Stückchen Schwefel, ein wenig Gold, Eisen, Kupfer, Phosphor, mit einem Worte jeder chemische Urstoff, den wir sehen, ist nichts anderes als eine Anhäufung außerordentlich kleiner Theile dieses Stoffes. Ein einziges Atom Schwefel oder sonst eines Stoffes ist für unser Auge wegen seiner Kleinheit nicht sichtbar; selbst wenn man die schärfsten Mikroskope anwendet, kann man immer noch nicht ein so kleines Ding sehen, wie ein Atom ist. Jedes Stück oder jeder Theil eines Stoffes, der schon ge-

sehen werden kann, ist ohne Zweifel bereits eine ganze große Sammlung solcher einzelnen Atome. Wir sehen also an einem solchen Dinge nur die Sammlung, nicht den einzelnen Theil, aus dem es besteht. Es geht uns hierbei, wie es unsern Vorfahren erging, die die rothe Farbe des Blutes oder die grüne Farbe der Blätter als etwas, das dem Blute und dem Blatte selber eigen sei, ansahen, während wir durch die verbesserten Mikroskope belehrt, wissen, daß die Röthe des Blutes nicht der Flüssigkeit angehört, sondern nur herrührt von den Blutkörperchen, die darin herumschwimmen, und die grüne Farbe der Pflanzen nicht an der Pflanze selber, sondern an einzelnen Tröpfchen haftet, welche in dem Gewebe der Pflanzen weit getrennt von einander wie Inseln daliegen und erst durch die Einwirkung des Sonnenlichtes gebildet werden. — Nur weil unser Auge nicht feinsichtig genug ist, erscheint uns das, mit Blutkörperchen oder mit Blutkügelchen versehene Blut, als eine durchweg rothe Flüssigkeit und die Pflanzenwelt als eine durchweg grüne Masse; in Wahrheit aber kann man jetzt Jeden durch ein Mikroskop überzeugen, daß das, was er mit bloßem Auge als eine einzige ungetheilte rothe Masse ansieht, nur aus einer Sammlung sehr weit von einander getrennter rother Körperchen besteht und was er als ungetheiltes einziges grünes Blatt betrachtet, nichts ist, als eine Sammlung kleiner grüner Tröpfchen, welche sehr weit getrennt von einander in gesonderten Maschen des Blattgewebes sich befinden.

Es geht uns, wie gesagt, jetzt eben so, wie es unseren Voreltern ging, die das Mikroskop noch nicht kannten. Für unser Auge ist ein Stückchen Schwefel ein ungetheilter zusammengehöriger Körper, ist ein Stückchen Gold, Silber, Blei oder sonst irgend ein Stoff ein ungetheiltes Ding, das ganz und gar zusammenzuhängen scheint; und

in der That ist es noch nicht gelungen, mit Mikroskopen nachzuweisen, daß dem nicht so ist. Allein durch die Chemie gerade ist man dahinter gekommen und hat es durch die schlagendsten Thatsachen bestätigt gefunden, daß alles in der Welt, das uns wie ungetheilt und zusammenhängend als eine einzige Masse erscheint, doch nichts als eine Sammlung von einzelnen unendlich kleinen Atomen ist, die sich in festen Körpern nicht verschieben lassen, weil sie sich gegenseitig mit einer gewissen Kraft anziehen.

Es ist wichtig, daß man sich hiervon eine möglichst klare Vorstellung mache, da man sonst gar leicht irre wird, und deshalb ist es gut, sich Folgendes zu merken. Nach der angegebenen Lehre der Naturforscher, daß alles in der Welt aus Atomen besteht, hat man sich zu denken, daß z. B. ein Stück Eisen oder Gold oder sonst ein harter Körper derart entsteht, daß sich in der Nähe eines Atomes ein zweites befindet, ohne das erste zu berühren; hierzu kommt noch ein drittes, viertes Atom immer sehr nahe dem andern, ohne daß sie sich gegenseitig berühren, und wenn eine große, sehr große Anzahl solcher Atome sich irgendwo und wie angesammelt hat, erst dann werden sie unserem Auge sichtbar und zwar als eine ungetheilte zusammenhängende Masse. In Wahrheit also besteht ein jeder Körper aus vereinzelten Atomen und leeren Zwischenräumen, die jedes Atom umgeben; und es ist sehr leicht möglich, ja sogar oft wahrscheinlich, daß die Zwischenräume zwischen einem Atom und dem andern größer sind als jedes einzelne Atom.

Wem dies sonderbar oder gar unmöglich vorkommt, der lasse sich nur einmal von einem Naturforscher ein grünes Blatt unter dem Mikroskop zeigen und er wird sehen, daß das, was er mit bloßem Auge als eine einzige grüne Masse ansieht, nur eine Sammlung von einzelnen

grünen Tröpfchen ist, die soweit von einander liegen, daß zwischen einem und dem andern oft noch ein halbes Dutzend Tröpfchen Platz hat! —

Die Lehre von den Atomen mag für den ersten Augenblick sonderbar klingen; aber daß sie wahr ist, das beweist erst, wie wir zeigen werden, die Chemie mit ihren Verbindungsgesetzen.

XXVII. Verschiedener Zustand der Atome in verschiedenen Dingen.

Wenn man sich eine richtige Vorstellung von dem Zustand der Atome in festen oder flüssigen oder luftförmigen Massen machen will, so muß man sich denken, daß es immer außerordentlich kleine Atome sind, welche diese Masse bilden. Sind die Atome so an einander gelagert, daß sie einander stark anziehen, so lassen sie sich nicht leicht verschieben und trennen, und wir nennen solche Massen feste Massen. Ist die Anziehungskraft in den Atomen so schwach, daß sie sich zwar nicht trennen, aber doch durch leichte Erschütterung verschoben werden können, so nennen wir die Massen, die sie bilden, Flüssigkeiten. Ist aber die Anziehungskraft der Atome ganz und gar nicht vorhanden, sondern herrscht in ihnen die Abstoßungskraft vor, so nennt man die von ihnen gebildeten Massen gasförmige Massen.

Blicken wir nun auf das hin, was bei einer chemischen Verbindung vor sich geht, so kann man sich alles am leichtesten erklären, wenn man sich lebhaft vorstellt, daß selbst in den festesten Massen, z. B. in Eisen, die Atome noch sehr weit von einander getrennt liegen, so daß immer weite Zwischenräume zwischen einem Atom

Sauerstoff neben einem Atom Eisen hin; und das ist die chemische Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff.

Ist das aber der Fall, so hört das Eisen auf, Eisen zu sein, es wird vielmehr eine Art Sauerstoff-Eisen, das ganz andere Eigenschaften hat, als vorher, und auch in jeder Beziehung anders wirkt, als vorher, und wir sagen mit Recht, es sei aus beiden Stoffen ein ganz neues Ding geworden, obgleich wir sehr wohl wissen, daß man durch gewisse Vorrichtungen den Sauerstoff aus der Verbindung treiben und das Eisen wieder ohne den dazwischen gelagerten Sauerstoff herausbekommen kann.

Bleiben wir einmal bei dem bereits öfter angeführten Beispiel stehen, daß man solches Sauerstoff-Eisen, das man im gewöhnlichen Leben Eisenerz nennt, durch Zusammenglühen mit Kohle wieder in Eisen verwandelt, so kann man sich den Vorgang derart denken, daß während des Glühens die Eisen-Atome sich von dem Sauerstoff durch die ausdehnende Kraft der Wärme etwas trennen. Es schwächt sich hierdurch aber zugleich die Anziehungskraft jedes Eisen-Atoms auf das Sauerstoff-Atom. Nun aber hat die Kohle gerade beim Glühen eine erhöhte Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden. Jedes Atom Kohle also zieht nun Sauerstoff-Atome an, und es lagert sich so eine Sammlung von Kohle und Sauerstoff aneinander, daß sie Kohlensäure bilden und das Eisen rein zurückbleibt.

Nehmen wir nun als ein anderes Beispiel die Bildung von Zinnober in Betracht, so ist hier der Vorgang ebenfalls derselbe. Man erhitzt einerseits eine Portion Schwefel und andrerseits eine Portion Quecksilber in geeigneten Apparaten. Durch die Erhitzung verliert der harte Schwefel derart seinen Zusammenhang, daß er flüssig wird, das heißt seine Atome werden verschiebbar; durch

weitere Erhitzung verwandelt sich sogar der Schwefel in Dampf, das heißt, die Schwefel-Atome treten noch weiter aus einander. Diesen Dampf, aus sehr weit getrennten Schwefel-Atomen bestehend, leitet man nun in einen Raum, in welchen von der andern Seite Dämpfe von erhitztem Quecksilber einströmen. Diese Quecksilberdämpfe sind ebenfalls nichts als sehr weit von einander getrennte Quecksilber-Atome. Nun aber ziehen immer ein Atom Quecksilber und ein Atom Schwefel sich gegenseitig an und lagern sich an einander, und es entsteht aus dieser Paarung der Atome ein neues Ding, eine Art Schwefel-Quecksilber, welches, sobald es sich in reichlicher Masse gebildet hat, unserm Auge als ein rothes feines Pulver erscheint, das wir Zinnober nennen.

Da man aber durch die schärfsten Mikroscope nicht am Zinnober sehen kann, daß er aus zwei sehr verschiedenen Dingen zusammengesetzt ist, so muß man annehmen, daß selbst im feinsten Stäubchen Zinnober eine sehr große gleiche Zahl von Schwefel-Atomen und Quecksilber-Atomen vorhanden ist, so daß sie einzeln gar nicht gesehen werden können und unserm Auge erst sichtbar werden, wenn sich eine bedeutende Menge solch kleiner Dinger gebildet hat.

In gleicher Weise wie diese Verbindung, hat man sich nun alle chemischen Verbindungen zu denken und man wird gestehen, daß diese Erklärungsweise höchst einfach ist, und da sie vortrefflich für alle Erscheinungen der Chemie paßt, auch gewiß die richtige genannt zu werden verdient.

Nun aber bitten wir unsere Leser, einmal zu beachten, welche Reihe wichtiger und höchst interessanter Schlüsse aus dieser einfachen Lehre von der Atom-Verbindung folgt, und wie diese Lehre nicht nur fast alle Räthsel löst, die in

der Chemie sich darstellen, sondern noch einen tiefen Einblick in ein Geheimniß des innersten Wesens der Dinge gewährt und Antworten giebt auf naturwissenschaftliche Fragen, welche so kühn und sonderbar klingen, daß der Uneingeweihte nur ungläubig den Kopf schütteln kann, wenn er sie hört.

Wir wollen die wichtigen Folgerungen aus der chemischen Atomlehre nunmehr in allen Körpern vorführen.

XXVIII. Die Anzahl der Atome bei chemischen Verbindungen, und das Gewicht jedes Stoffes.

Wenn sich wirklich in einer chemischen Verbindung immer ein Atom des einen Stoffes an das Atom eines andern Stoffes anlegt, so folgt hieraus, daß bei einfachen Verbindungen die Zahl der Atome beider Stoffe gleich sein muß.

Nehmen wir wiederum die Bildung von Zinnober aus Schwefel und Quecksilber als Beispiel für viele andere Verbindungen an, so wissen wir, daß eigentlich ein Atom Zinnober eine Art Doppelatom ist, weil es aus der Verbindung der zwei Atome entstanden ist, von denen das eine Schwefel, das andere Quecksilber ist. — Wenn wir nun ein wenig Zinnober vor uns haben, so wissen wir zwar nicht, wie viele Atome darin sind, wir kennen also auch nicht die Zahl der Schwefel- und der Quecksilber-Atome, die darin enthalten sind. Es ist möglich, daß ein wenig Zinnober, das der Maler auf seinem feinsten Pinsel zerreibt, viele Millionen oder gar Billionen Atome enthält. Aber wir wissen wenigstens das Eine, daß im Zinnober immer die Zahl der Schwefel-Atome eben so

groß ist wie die Zahl der Quecksilber-Atome. Denn, da Zinnober nur entsteht, wenn sich die zwei verschiedenen Atome paaren, so würde jedes Atom Schwefel, das nicht ein Atom Quecksilber findet, um sich mit ihm zu paaren, als Schwefel übrig bleiben; dasselbe wäre mit jedem Atom Quecksilber der Fall, das nicht ein Atom Schwefel vorfindet; es würde übrig bleiben und nichts zur Bildung des Zinnobers beitragen können. Hiernach also steht es fest, daß immer im Zinnober der Zahl nach netto so viele Atome Schwefel vorhanden sind, als Atome Quecksilber.

Hieraus aber wird es klar, warum es keinen Zinnober geben kann, der ein bischen mehr Quecksilber oder ein bischen mehr Schwefel enthält als irgend welcher Zinnober in der Welt. Kein Chemiker vermag einen Zinnober herzustellen, worin ein anderes Verhältniß des Quecksilbers zum Schwefel stattfindet, und wie es mit dem Zinnober der Fall ist, so ist es mit allen chemischen Dingen der Fall. Sie können durch fremde Beimischung mehr oder weniger verunreinigt werden; reinigt man sie aber, so bleiben sie sich in Bezug auf ihre Bestandtheile ganz gleich.

Nun aber wissen wir, daß man immer zu 200 Loth Schwefel netto 1250 Loth Quecksilber nehmen muß, um aus ihnen 1450 Loth Zinnober zu machen. Wie groß die Zahl der Atome in dieser Portion Zinnober ist, das weiß man freilich nicht anzugeben, jedoch aus der chemischen Verbindung weiß man mit vollster Sicherheit zu bestimmen, daß sich das Gewicht eines jeden Atoms Schwefel zu jedem Atom Quecksilber verhalten muß, wie 200 zu 1250, oder daß ein Atom Schwefel 6¼ mal leichter wiegt, als ein Atom Quecksilber.

Ganz so, wie es hier mit dem Schwefel und dem Zin-

nober der Fall ist, so ist es auch ein Gleiches mit den andern chemischen Verbindungen. So wissen wir z. B., daß Chlor und Natrium das gewöhnliche Kochsalz bilden. Hieraus zieht man den Schluß, daß auch hier bei der Bildung des Kochsalzes stets ein Atom Chlor sich an ein Atom Natrium anlegt, und wenn sich eine ganze Menge solcher Doppelatome gebildet hat, so erscheinen sie unsern Augen als Salz. Nun aber hat die Erfahrung gelehrt, daß man stets 443 Loth Chlor mit 290 Loth Natrium zusammenbringen muß, um 733 Loth Kochsalz zu bilden. Da nun die Zahl der Chlor-Atome im Salz ganz gleich groß ist jener der Natrium-Atome, so ist der Schluß vollkommen sicher, daß ein Atom Chlor dem Gewichte nach mehr als anderthalbmal schwerer ist als ein Atom Natrium.

Auf diesem Wege ist die Naturforschung dahinter gekommen, nicht nur die Gewichtsmengen anzugeben, in welchen sich zwei Urstoffe mit einander chemisch verbinden, sondern auch den Schluß zu ziehen, daß diese Zahlen zugleich das Gewichtsverhältniß der Atome jedes einzelnen Urstoffes darstellen.

Bedenkt man hierbei, daß noch kein Menschenauge jemals ein einzelnes Atom irgend eines Stoffes gesehen hat, daß man es wie einen Wahnsinn betrachten würde, wenn Jemand behauptete, er wolle ein unsichtbares Atom auf die Wagschale legen, um dessen Gewicht zu bestimmen, daß aber dennoch durch die Chemie auf's allerbestimmteste festgestellt ist, wie sich die Atomgewichte sämmtlicher Urstoffe zu einander verhalten, so hat man Ursache, dem Geist der Wissenschaft die höchste Achtung zu zollen, der in jene Tiefen der Natur einzudringen vermag, welche nicht nur dem menschlichen Auge, sondern selbst der Hilfe der Mikroskope noch verschlossen sind, die sonst so viel Geheimnisse der geschaffenen Welt enthüllen.

Jetzt erst wird es klar, warum nur 100 Gewichtstheile Sauerstoff mit 12½ Gewichtstheilen Wasserstoff im Stande sind, Wasser zu bilden, weshalb weder mehr Sauerstoff noch mehr Wasserstoff dazu genommen werden kann. Es geschieht dies deshalb, weil in hundert Gewichtstheilen Sauerstoff netto so viele Atome vorhanden sind, wie in 12½ Gewichtstheilen Wasserstoff, wodurch die vollständige Paarung möglich ist, ohne daß ein Atom des einen oder andern Stoffes übrig bleibt*).

Bei der Bildung des Wassers hat man so recht den Beweis, daß wirklich eine solche Paarung der Atome vor sich geht und zwar, daß sich immer ein Atom Sauerstoff etwa in den Zwischenraum hineinbettet, der zwischen einem Atom Wasserstoff und dem andern sich befindet. Bringt man nämlich ein Maß Sauerstoff und zwei Maß Wasserstoff zu einander und versucht man eine chemische Verbindung dieser Gase, so entstehen nicht, wie man meinen sollte, drei Maß Wassergas, sondern nur zwei Maß. Es haben sich also die Gase verdichtet, das aber kann eben nicht anders geschehen, als wenn die Zwischenräume, welche die Atome früher getrennt haben, sich verkleinern, so daß die Atome nunmehr näher an einander gerückt sind!

XXIX. Die mehrfachen Verbindungen der Atome.

Ganz in derselben Weise, wie wir gesehen haben, daß aus zwei Maß Wasserstoffgas und einem Maß Sauer-

*) Vor dem Eingeweihten brauchen wir uns wohl nicht erst zu entschuldigen, daß wir das Atomgewicht des Wasserstoffs der Einfachheit wegen gleich 12½ gesetzt haben und dies gleich einem einfachen Atom behandeln, obgleich dieser Werth nur einem Doppelatom desselben zukommt.

stoffgas nicht drei, sondern nur zwei Maß Wasserdampf werden, daß also hier die chemische Verbindung zugleich eine Verdichtung der Gase hervorgerufen hat, ganz so ist es in vielen anderen Verbindungen der Fall. So wissen wir z. B., daß aus drei Maß Wasserstoffgas und einem Maß Stickstoffgas nicht vier Maß Ammoniakgas entstehen, sondern nur zwei Maß Ammoniak. Es haben sich also die Gase bei ihrer chemischen Verbindung sofort verdichtet. Dies aber kann auf keine andere Weise geschehen, als daß sich die Räume zwischen den Atomen verkleinern und die Atome sich näher an einander gerückt haben.

Viele andere Fälle zeigen dieselbe Erscheinung; am leichtesten jedoch kann man sich von dem Vorhandensein der Zwischenräume zwischen einem Atom und dem andern überzeugen, wenn man mit Flüssigkeiten Versuche anstellt.

Nimmt man ein Glas Wasser und ein Glas Schwefelsäure und mischt sie mit einander, so geben sie beide nicht zwei Gläser Mischung, wie man vermuthen sollte, sondern bedeutend weniger. Ein Gleiches ist bei vielen anderen Flüssigkeiten der Fall. Wie aber soll man sich dies anders erklären, als daß die beiden Flüssigkeiten sich nicht nur mischen, sondern daß sie zugleich ihre Atome nach der Mischung näher an einander rücken, so daß sie dichter gelagert sind, als sie bei einer bloßen Mischung gewesen wären!

Wir dürfen versichern, daß viele tausendfältige Versuche gemacht worden sind, ehe sich die Wissenschaft dazu entschlossen hat, die Existenz von Atomen anzunehmen, und können sagen, daß unendlich weitere Untersuchungen mehr und mehr die Bestätigung geliefert haben, daß in Wahrheit alle Dinge in der Welt, sowohl feste, wie flüssige und gasförmige immer nur Ansammlungen von ein-

zelnen Atomen sind, welche bei chemischen Verbindungen zweier Stoffe sich paaren und so einen neuen chemisch hervorgebrachten Stoff bilden.

Wenn aber wirklich nur eine solche Paarung stattfindet, wie soll man es sich erklären, daß oft ein Urstoff mit einem zweiten in mehreren Stufen Verbindungen eingeht? —

Wir haben gesehen, daß 175 Loth Stickstoff sich verbinden können mit 100 Loth Sauerstoff und auch mit 200 Loth, ebenso mit 300, mit 400, ja sogar mit 500 Loth Sauerstoff. Woher sollte das wohl rühren, wenn wirklich immer nur eine Paarung der Atome stattfindet? — Sollen wir annehmen, daß in 175 Loth Stickstoff netto so viel Atome vorhanden sind, als in 100 Loth Sauerstoff, so wäre bei dieser Verbindung schon die Paarung vollendet; wohin aber lagern sich bei den weiteren Stufen der Verbindung die noch hinzukommenden Atome Sauerstoff?

Die Antwort hierauf ist folgende.

Die einfachste chemische Verbindung ist in der That nur eine Paarung, wo sich immer ein Atom des einen Stoffes an ein Atom des andern Stoffes anlegt; allein man kann sich recht gut denken, daß sich auch oft an ein Atom des einen Stoffes zwei, oder drei, ja vier und fünf Atome eines zweiten Stoffes anlegen. Und in der That muß dies in vielen Fällen auch so sein. Wenn wirklich die Atome von Stickstoff unter gewissen Umständen eine Anziehungskraft ausüben auf Atome von Sauerstoff, so ist gar nicht anzunehmen, daß diese Anziehungskraft ganz aufhört, sobald sich zwei Atome von Stickstoff und Sauerstoff nahe gekommen sind. Die Berührung oder die Annäherung dieser zwei Atome kann ja nur an einer Seite stattfinden; weshalb sollte die andere Seite des Stickstoff-

atoms nicht noch ein zweites Atom Sauerstoff anziehen können? Ein Gleiches kann aber auch von den zwei andern Seiten und eben so oben und unten der Fall sein. Es läßt sich leicht einsehen, daß ein Stickstoffatom rechts und links, vorn und hinten und eben so oben und unten immer ein Atom Sauerstoff anzieht und festhält, so daß sogar ein Atom Stickstoff sechs Atome Sauerstoff um sich sammeln kann.

Wenn wir nun auch solchen Fall noch nicht kennen, und nur die höchste Stufe der Verbindung von Stickstoff und Sauerstoff in der Salpetersäure vor uns haben, wo stets 175 Loth Stickstoff mit 500 Lo h Sauerstoff verbunden sind, so ist es noch keineswegs ausgemacht, daß man nicht noch einmal eine höhere Stufe der Verbindung wird zu Stande bringen können, wo wirklich 175 Gewichtstheile Stickstoff 600 Gewichtstheile aufnehmen, um eine andere chemische Flüssigkeit als Salpetersäure zu bilden. Als Thatsache wollen wir nur anführen, daß es gar nicht lange her ist, daß man eine neue Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff kennen gelernt hat, eine andere als die, welche Wasser bildet. Diese neue Verbindung heißt Wasserstoff-Superoxid und besteht aus einem Atom Wasserstoff mit zwei Atomen Sauerstoff.

Gerade aber der Umstand, daß man zu 175 Loth Stickstoff netto hundert Loth Sauerstoff nehmen muß, um Stickstoff-Oxydul zu erhalten, und wenn man Stickstoffoxyd haben will, durchaus 200 Loth Sauerstoff, wenn man salpetrige Säure haben will, noch ein volles hundert Loth, also 300 Loth nehmen muß, wenn man Untersalpetersäure machen will, netto wieder ein volles hundert Loth anwenden, und wenn man endlich Salpetersäure machen will, wiederum noch ein volles hundert, also 500 Loth Sauerstoff zusetzen muß, gerade dieser Umstand ist

der schlagendste Beweis, daß in jedem hundert Loth Sauerstoff so viele Atome sein müssen, als in 175 Loth Stickstoff, so daß man, wenn man eine höhere Stufe der Verbindung erreichen will, immer für jedes einzelne Atom Stickstoff ein neues Atom Sauerstoff zubringen muß.

Und so ist denn die Atom-Lehre gerade durch die Chemie zur vollsten Gewißheit geworden, so daß man es dieser Wissenschaft zu danken hat, daß ein tiefer Blick in den geheimnißvollsten Theil der Natur gethan werden konnte.

XXX. Die Atome und die Wärme.

Eine höchst interessante Bestätigung erhielt die Lehre von den Atomen in neuerer Zeit auf einem ganz anderen Wege als dem chemischen und dieser Weg führte zu einem so überraschenden Resultate, daß er wiederum einen Aufschluß abgiebt für ein großes Naturgeheimniß.

Die Entdeckung, die wir meinen, beruht auf folgenden sehr interessanten Thatsachen.

Nehmen wir an, es stellt Jemand auf den Tisch seines Zimmers ein Stück Wachs und ein Stück Eisen und ein Stück Holz, ein Stück Leder und ein Glas Wasser. Nun heizt er die Stube so ein, daß sie etwa 12 Grad Wärme hat, so wird nach einiger Zeit all' das, was auf dem Tische liegt, ebenfalls 12 Grad warm sein.

Freilich werden sich die Gegenstände sehr verschieden anfühlen. Berührt man mit der Hand das Wachs und das Eisen, so wird es scheinen, als ob das Eisen kälter sei, als das Wachs, ebenso wird man, dem Gefühl nach zu urtheilen, Verschiedenheiten in der Wärme der übrigen

Gegenstände wahrzunehmen glauben; aber das ist doch nur eine Täuschung.

Hiervon kann man sich überzeugen, wenn man die Wärme der Gegenstände mit einem Thermometer untersucht; man wird finden, daß sie sammt und sonders 12 Grad warm sind.

Woher aber kommt es, daß sich das Eisen z. B. kälter anfühlt? Das kommt daher, daß das Eisen die Wärme der Hand schnell fortleitet, denn Eisen hat wie alle Metalle die Eigenschaft, daß es die Wärme schneller leitet, als andere Stoffe es thun. Wenn man ein Schwefelhölzchen auf dem einen Ende anbrennt, kann man es am andern Ende in der Hand halten, weil die Wärme nicht von einem Ende des Hölzchens zum andern geleitet wird. Macht man jedoch eine eben so große Stopfnadel an der einen Seite heiß, so kann man sie am andern Ende nicht in der Hand halten, weil die Wärme sich im Eisen verbreitet, oder weil Eisen, wie auch jedes andere Metall, die Wärme leitet.

Fühlt man nun ein Stück Eisen von 12 Grad Wärme an, so giebt die wärmere Hand dem Eisen Wärme ab; bliebe nun die Wärme an der Stelle, so würde sich das Eisen so warm anfühlen, wie jeder andere Gegenstand von 12 Grad Wärme; allein das Eisen leitet die Wärme durch das ganze Stück und entzieht so der Hand immer auf's neue frische Wärme und dies erregt in uns die Empfindung, als ob das Eisen kälter wäre, als das Wachs, was in Wahrheit nicht der Fall ist.

Es steht vielmehr fest und kann durch die genauesten Versuche bewiesen werden, daß alle in einem Zimmer von gleicher Wärme befindlichen Dinge ganz gleich warm werden.

Ganz anders aber ist es, wenn man die genannten

Dinge um einen Grad wärmer machen will. Gesetzt, man will das 12 Grad warme Wasser bis 13 Grad warm machen, so wird man eine gewisse Portion Wärme zuführen müssen; und eben so muß man Wärme hinzuführen, wenn man das Eisen, das Holz, das Leder und das Wasser um einen Grad wärmer zu haben wünscht. Allein die Portion Wärme, die hierzu nöthig ist, wird sehr verschieden sein. Nehmen wir an, all' die Gegenstände wären gleich groß, und nun hätte man ein Nebenzimmer, das gerade 13 Grad Wärme besitzt; wenn man nun den Tisch mit den Gegenständen in die Nebenstube trägt und dort stehen läßt, so wird man bemerken, daß das Stück Eisen in kurzer Zeit schon 13 Grad warm geworden ist. Sehr lange nachher wird erst das Leder 13 Grad warm geworden sein, noch später wird das Wasser die Wärme von 13 Grad angenommen und am spätesten wird das Holz um einen Grad Wärme sich vermehrt haben.

Diese Verschiedenheit aber ist nicht etwa nur bei den vier Gegenständen, die wir angeführt haben, der Fall, sondern sie findet bei allen Dingen in der Welt statt, und um die Sache ein bischen strenger wissenschaftlich anzufassen, wollen wir annehmen, man habe statt der genannten vier Dinge vier chemische Urstoffe, also etwa ein Stück Eisen, ein Stück Blei, ein Stück Zinn, ein Stück Schwefel auf den Tisch gelegt und mit diesen die Versuche gemacht. Bei solchen Versuchen wird man finden, daß das Blei am allerschnellsten den Grad Wärme in sich aufgenommen hat; nächst ihm wird dann das Zinn den Grad Wärme aufnehmen; fast noch einmal so lange wird es dauern, bevor das Eisen den einen Grad Wärme aufnimmt; wohingegen das Stück Schwefel noch einmal so viel Zeit braucht, als das Stück Eisen, um die gleiche Wärme anzunehmen.

Die scharfsinnigsten Naturforscher der neueren Zeit haben mit der allergrößten Sorgfalt diese Versuche auf alle chemisch n Urstoffe ausgedehnt und haben durch genaue Zahlen festgestellt, wie sich jeder Urstoff hierzu verhält, und da hat man die herrliche Entdeckung gemacht, daß diese Erscheinung aufs genaueste mit den Atomen der Urstoffe und den ch mischen Verbindungs-Zahlen im Zusammenhang steht.

XXXI. Was man spezifische Wärme der Stoffe nennt und wie die Atome erwärmt werden.

In unserem Beispiel haben wir gesehen, daß Blei am allerschnellsten den bewußten Grad Wärme annimmt, und genaue Messungen in den verschiedensten Methoden haben ergeben, daß es mehr wie sechsmal früher den Grad Wärme in sich aufnimmt, als Schwefel.

Fra en wir uns, woher kommt das? so giebt die neueste Fo schung hierauf folgende Antwort.

Aus der Chemie wissen wir, daß, wenn man eine Verbindung von Blei und Schwefel herstellen will, man immer 1290 Gewichtstheile Blei und 200 Gewichtstheile Schwefel dazu nehmen muß, das heißt, man muß mehr als sechsmal so viel Blei nehmen, als Schwefel.

Nun aber wissen wir aus der Atomlehre, daß sich bei solchen chemischen Verbindungen immer ein Atom Blei an ein Atom Schwefel legt, so daß sie in der Verbindung Atompaare ausmachen. Hieraus folgt, daß z. B. 1290 Pfund Blei nur so viele einzelne Atome haben, als 200 Pfund Schwefel; oder richtiger, daß in einem Pfund Blei über sechsmal weniger Atome sind, als in einem Pfund Schwefel. — Wollen wir nun ein Pfund Blei und ein

Pfund Schwefel um einen Grad wärmer machen, so haben wir im Schwefel mehr als sechsmal so viel Atome zu erwärmen, als im Blei, und deshalb dauert es auch mehr als sechsmal länger, als es beim Blei dauert.

Das heißt einfacher ausgedrückt: ein einzelnes Schwefel-Atom nimmt eben so schnell die Wärme auf, als ein Blei-Atom. Weshalb aber wird ein Pfund Blei mehr als sechsmal schneller warm, als ein Pfund Schwefel? Weil im Pfund Schwefel mehr als sechsmal so viele Atome vorhanden sind.

Geben wir einmal Acht, wie dies auch bei andern Stoffen zutrifft.

Wollen wir z. B. ein Pfund Zinn um einen Grad wärmer machen, so braucht man nur den vierten Theil dazu, wie um ein Pfund Schwefel um einen Grad zu erwärmen. Also Zinn wird viermal leichter erwärmt, als Schwefel. Versucht man es, Zinn mit Schwefel chemisch zu verbinden, so findet man, daß man von Zinn 730 Gewichtstheile und von Schwefel 200 Gewichtstheile dazu nehmen muß. Man hat also Ursache zu schließen, daß 730 Pfund Zinn netto so viele Atome enthalten, als 200 Pfund Schwefel; das heißt: ein Pfund Schwefel hat an viermal so viele Atome in sich, als ein Pfund Zinn. Hieraus folgt nun, daß, wenn auch jedes einzelne Atom gleich schnell warm wird, es doch viermal so lange dauern muß, um ein Pfund Schwefel zu erwärmen, als ein Pfund Zinn, weil im Pfund Schwefel wirklich viermal so viele Atome stecken, als im Pfund Zinn.

Vom Eisen wissen wir durch Versuche, daß ein Pfund davon fast noch einmal so schnell die Wärme aufnimmt, als ein Pfund Schwefel. Sehen wir aber zu, wie sich Eisen mit Schwefel chemisch verbindet, so finden wir, daß 350 Gewichtstheile Eisen sich mit 200 Gewichtstheilen

Schwefel verbinden, das heißt in 330 Pfund Eisen sind eben so viele Atome, als in 200 Pfund Schwefel. Hieraus folgt, daß in einem Pfund Schwefel fast noch einmal so viele Atome vorhanden sind, als in einem Pfund Eisen. Es ist also ganz erklärlich, daß ein Pfund Schwefel noch einmal so lange erwärmt werden muß, um so warm zu werden, als ein Pfund Eisen.

Wenn wir nun die Versicherung geben, daß erstens die Zahlen weit genauer stimmen, als wie wir sie hier der Leichtigkeit wegen angeben; daß zweitens die Uebereinstimmung, die wir hier zwischen Erwärmung und Atom-Zahl zeigen, nicht nur bei den angegebenen Stoffen, sondern bei allen festen Stoffen stattfindet; daß drittens die kleinen Abweichungen, die sich vorfinden, noch auf Rechnung der schwer zu meidenden Beobachtungsfehler zu setzen sind: so wird man gestehen, daß die Lehre von den Atomen, die die Chemie aufgestellt hat, die glänzendste Bestätigung erhält durch die Beobachtungen, die man beim Gesetz der Erwärmung oder bei der Untersuchung „der spezifischen Wärme der Stoffe" — wie man dies wissenschaftlich nennt — gemacht hat.

Freilich ist es wahr, daß diese Uebereinstimmung nur auf die festen Stoffe paßt, während die gasförmigen Stoffe sich nicht in demselben Maaße erwärmen, wie die Zahl ihrer chemischen Atome ergeben müßte. Allein man darf hierbei folgendes nicht außer Acht lassen.

Gasförmige Körper dehnen sich bei der Erwärmung außerordentlich stark aus und gerade bei jeder Ausdehnung wird wiederum Kälte erzeugt. Es ist demnach eine Beobachtung der wirklichen Erwärmung gasförmiger Stoffe außerordentlich schwierig, weil man nicht weiß, wie die Ausdehnung der Erwärmung entgegenarbeitet. Trotzdem aber zeigen die Versuche, daß alle gasförmigen Urstoffe,

also z. B. Sauerstoff Wasserstoff, Stickstoff, in gleicher Weise untereinander übereinstimmend sowohl in der Erwärmung wie in der chemischen Verbindung sind, und daß sie auffallender Weise gerade noch einmal so lange erwärmt werden müssen, als die Berechnung ihrer Atome ergiebt. Dieser Umstand führt dahin, gerade die Atom-Lehre zu stützen und für die Abweichung zwischen festen und gasförmigen Stoffen eine Ursache aufzusuchen, die uns für jetzt noch ein Naturgeheimniß ist.

Denn daß noch viele geheime Ursachen in der Natur walten, die die Forscher noch nicht kennen, ist vollkommen richtig, und wir wollen im nächsten Abschnitt ein kleines Geheimniß derart einmal vorführen, auf welches man gegenwärtig ernstlich in der Wissenschaft Jagd macht.

XXXII. Was man unter Diffusion versteht.

Das Naturgeheimniß, hinter welchem, wie wir sagten, die Forschung gegenwärtig ernstlich Jagd macht, nennt man wissenschaftlich das Gesetz der Diffusion.

Was man darunter versteht, wird man am leichtesten einsehen, wenn wir eines Versuches erwähnen, der in Paris mit großer Sorgfalt angestellt ist.

In den Kellerräumen des Gebäudes der Akademie der Wissenschaften in Paris, an einem Orte, wo man sich versichert hatte, daß keine Erschütterung von der Straße hereindringe, stellte man einen großen Ballon auf, gefüllt mit Kohlensäuregas. Ueber diesem Ballon wurde ein zweiter Ballon angebracht, der jedoch den untern nicht berührte, und dieser obere Ballon wurde mit Wasserstoffgas gefüllt. Sodann wurde ein dünnes Glasrohr von dem einen Ballon zum andern geführt. Als man nach einigen

Tagen die Gase in beiden Ballons untersuchte, fand es sich, daß sowohl im untern wie im obern Ballon eine ganz gleiche Mischung beider Gase vorhanden war, so daß sich allenthalben in den beiden Ballons ein ganz gleiches Gemisch von Kohlensäure und Wasserstoffgas durch das Glasrohr hergestellt haben muß.

Nun aber weiß man durch Versuche, daß Kohlensäure- und Wasserstoffgas sich chemisch nicht so verbinden; also eine chemische Anziehung der Atome findet hier nicht statt. Ferner steht es fest, daß Kohlensäuregas an fünfzehnmal schwerer ist, als Wasserstoffgas, daß also eigentlich das schwere Gas, die Kohlensäure im untersten Ballon, das leichte Wasserstoffgas im obersten Ballon hätte bleiben müssen. Ja, man hätte sogar schließen sollen, daß, wenn man gleich das Gemisch beider Gase in beide Ballons gebracht hätte, die Leichtigkeit des Wasserstoffgases dieses hätte zum Steigen, die Schwere der Kohlensäure diese hätte zum Sinken veranlassen, so daß sich eigentlich das Wasserstoffgas in den obern Ballon, die Kohlensäure in den untern Ballon hätte hingeben müssen. Gleichwohl geschieht dies nicht: es tritt vielmehr das Gegentheil ein. Es stellt sich eine Mischung zweier Gase her ganz gegen das sonst allenthalben gültige Gesetz der Schwere, und offenbar nach einem uns noch unbekannten Gesetz.

Für den ersten Augenblick könnte es scheinen, als wäre das Räthsel dieser Mischung, die man eben die „Diffusion" nennt, gar nicht so wichtig, um so viele Versuche damit zu machen: allein die Sache hat ihre tiefere Bedeutung nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch die höchste Wichtigkeit für das Leben, denn nur dieser Diffusionskraft verdanken wir es, daß wir athmen und leben.

Schon vor fünfzig Jahren, als man dahinter gekommen war, daß unsere Luft aus einem Gemisch von Sauer-

stoff und Stickstoff besteht, hat Alexander von Humboldt durch Versuche die interessante und wichtige Thatsache nachgewiesen, daß die beiden Gase Stickstoff und Sauerstoff immer und allenthalben in ganz gleichen Mischungen vorhanden sind. Er untersuchte die Luft in überfüllten Theatern, wo Tausende von Menschen den Sauerstoff einathmen und Kohlensäure ausathmen, und fand, daß auch hier immer auf vier Theile Stickstoff ein Theil Sauerstoff vorhanden ist. Ganz dasselbe Resultat stellte sich heraus bei Untersuchung der Luft auf hohen Gebirgen, ja, der genannte Naturforscher und Denker untersuchte Luft, welche er durch aufsteigende Luftballons aus den verschiedensten Höhen des Luftmeers herabholte; immer blieb sich das Resultat gleich. Es fand sich allenthalben, daß in 100 Maß Luft 79 Maß Stickstoff und 21 Maß Sauerstoff vorhanden waren.

Ist schon dies allein für das Leben der Thiere und Menschen von der größten Wichtigkeit, da eine Störung der Mischung unserer Luft wesentlich die Gesundheit gefährden würde, so ist es noch wichtiger, daß die Kohlensäure, die wir ausathmen, nicht zu Boden sinkt, obgleich sie schwerer ist, als die gewöhnliche Luft, sondern daß sie sich selbst bei vollständiger Windstille mit der Luft äußerst regelmäßig mischt und so bis in die höchsten Höhen des Luftkreises dringt. Wäre dies nicht der Fall, so müßten wir im Zimmer oder an windstillen Orten im eignen Athem ersticken.

Was aber ist dies für eine geheime Kraft, welche diese Mischung der Gasarten veranlaßt?

Die Naturwissenschaft weiß hierauf noch keine Antwort zu geben, denn sie ist erst daran, die Erscheinung selber durch mannigfache Versuche genauer zu erforschen. Der verdienstvolle englische Gelehrte Graham ist gegen-

wärtig mit diesem wichtigen Gegenstande beschäftigt und die Resultate sind für jetzt noch nicht bekannt; allein aus Allem, was man bisher hierüber schon weiß, läßt sich der Schluß ziehen, daß ähnlich, wie die chemische Kraft Atom zu Atom gleichmäßig lagert, auch eine Kraft vorhanden ist, die gleichmäßige Mischungen hervorbringt, selbst wenn eine wirkliche chemische Verbindung nicht zu Stande kommt. —

Möglicherweise ist die Erscheinung der Diffusion, dieses unerklärte gleichmäßige Mischen der Atome verschiedener Gase, die erste Grundlage oder auch nur der Vorläufer der chemischen Anziehung.

XXXIII. Wie Chemie und Elektrizität mit einander verwandt sind.

Wir haben bisher das Geheimniß der chemischen Verbindungen dadurch zu erklären versucht, daß wir in den Atomen eine Anziehungskraft angenommen haben, welche es bewirkt, daß zwei Atome verschiedener Stoffe sich zu paaren bestrebt sind, oder in einzelnen Fällen sich mehrere Atome eines Stoffes an ein Atom eines anderen Stoffes anlegen.

Allein es wird unsern Lesern nicht entgangen sein, daß hierdurch nur erklärt wird, weshalb sich gerade nur gewisse Gewichtstheile eines Stoffes mit genau bestimmten Gewichtstheilen eines andern Stoffes verbinden; es bleibt aber immer noch die Frage: was ist denn das für eine Kraft, welche in den Atomen sitzen soll? Zeigt sich diese Kraft auch in anderen Fällen, als bei chemischen Verbindungen? Ist diese Kraft eine ganz neue, den Atomen eigene, oder haben wir vielleicht diese Kraft schon ander-

weitig wirken sehen, ohne erkannt zu haben, daß sie zugleich die sogenannte chemische Anziehungskraft ist?

Auf diese Frage hat die Naturwissenschaft ganz besonders ihr Augenmerk gerichtet und die Antwort hierauf mit ziemlicher Sicherheit aufgefunden.

Wir wollen das, was die Wissenschaft hierüber ausfindig gemacht hat, in möglichst deutlichen Umrissen hier unsern Lesern vorführen.

Seit der Zeit, daß man die Elektrizität und die Chemie näher zu untersuchen begonnen hat, stellte sich schon mit einiger Sicherheit heraus, daß jedesmal, wo ein chemischer Vorgang stattfindet, auch zugleich elektrische Wirkungen aufgefunden werden können, und ebenso, zum Theil noch auffallender, zeigen sich chemische Wirkungen allenthalben, wo man elektrische Ströme in Bewegung setzt.

Schon dies hat auf den Gedanken geführt, daß Chemie und Elektrizität sehr nahe verwandt, obgleich sie in ihren Erscheinungen außerordentlich verschieden sind.

Als man jedoch die Entdeckung machte, daß man durch elektrische Ströme die allerbedeutendsten chemischen Wirkungen hervorzubringen vermag, und man andererseits durch Elektrizitäts-Messer den Beweis lieferte, daß es gar nicht möglich ist, einen chemischen Vorgang herzustellen, ohne daß elektrische Ströme dabei thätig sind, da griff die Ansicht um sich, daß chemische und elektrische Kraft eins und dasselbe sein müssen. Auf diesem Wege weiter gehend, fand man auch wirklich in der Elektrizität den Grund der chemischen Erscheinung und man ist im Stande, die Antwort auf die obigen Fragen dahin zu geben, daß die gesuchte chemische Kraft eigentlich die elektrische Kraft ist, welche außer ihren Erscheinungen auch noch chemische Wirkungen hervorbringt.

In der That verdankt man den Wirkungen der elektrischen Ströme die wichtigsten chemischen Entdeckungen. Wir wollen einige dieser Entdeckungen hier anführen.

Vor dem Jahre 1807 hatte man keine Idee davon, daß gewisse Dinge, die wir alltäglich sehen und mit ihnen hantiren, eigentlich Metalle sind, die sich mit Sauerstoff oder Kohlensäure oder sonst einem andern Stoffe verbunden haben. Der Kalk z. B. ist gewiß ein sehr bekanntes Material und ist seit Jahrtausenden von Menschen benutzt worden, ohne daß man selbst in schon wissenschaftlichen Zeitaltern mehr davon zu sagen wußte, als daß er eine Erdart sei. Nicht minder ist Kali, der eigentliche Bestandtheil der Pottasche, und auch Natron, der Hauptbestandtheil der Soda, allgemein bekannt. Daß aber diese Dinge eigentlich ganz etwas anderes sind, als sie erscheinen, das hat man durch die chemische Wirkung der galvanischen Säule entdeckt.

Im Jahre 1807 brachte Davy, einer der verdienstvollsten Naturforscher der neueren Zeit, ein Stückchen Kali zwischen die Pole einer sehr starken galvanischen Säule und bemerkte zu seinem Erstaunen, daß der elektrische Strom, indem er durch das Kali geht, dieses in zwei Bestandtheile zerlegt, von denen der eine gewöhnliches Sauerstoffgas und der andere ein silberähnliches, blankes, sehr leichtes Metall ist. Zugleich aber bemerkte er, daß die an dem galvanischen Pol sich bildenden blanken Kügelchen sofort wieder in der Luft beschlagen, weiß und salzartig werden, und daß sie sich wiederum in Kali verwandeln. — Er verstand diese Erscheinung sehr wohl und fand mit Leichtigkeit heraus, daß eigentlich Kali nichts ist als ein bis dahin unbekanntes Metall, das mit großer Begierde Sauerstoff anzieht und sich mit ihm verbindet, so daß man in der Natur nirgends dieses Metall rein auffinden

kann. Davy nannte dieses Metall „Kalium" und jetzt stellt man dasselbe bereits auf anderem, als galvanischem Wege her.

Aehnlich ging es mit dem Natron, in welchem man durch Einwirkung des Galvanismus das Metall „Natrium" entdeckte, und ein Gleiches war mit dem Kalk, Gyps, Marmor und der Kreide der Fall, welche insgesammt nur chemische Verbindungen eines bis zu diesem Jahrhunderte unbekannten Metalls sind, welches man Calcium nennt.

Da man auf diesem Wege merkte, welche wichtigen Aufschlüsse der elektrische Strom über die Chemie giebt, versuchte man weitere Erfolge zu erringen und gelangte dahin, die eigentliche chemische Wirkung der Elektrizität näher kennen zu lernen, was wir nun auch thun wollen.

XXXIV. Die chemischen Wirkungen galvanischer Ströme.

Schon zu Anfang dieses Jahrhunderts hatten die Naturforscher Carlisle und Nicholson die Entdeckung gemacht, daß wenn man die beiden Pole einer starken galvanischen Kette in ein dazu eingerichtetes Gefäß mit Wasser leitet, an dem negativen Pol Bläschen von Wasserstoffgas aufsteigen, während der positive Pol sich mit Sauerstoffgas verbindet. Später kam man auf den Gedanken, einen Silber- oder Platindraht statt des positiven Pols zu benutzen, und da diese Metalle nicht leicht Verbindungen mit Sauerstoff eingehen, bemerkte man auch, daß am positiven Pol Bläschen von Sauerstoffgas aufsteigen. Woher aber kamen diese Gase? — Sie entstanden daher, daß der elektrische Strom das Wasser in seine

chemischen Urstoffe zerlegte, die zu Wasser verbundenen Gase, Wasserstoff und Sauerstoff, aus einander riß, so daß beide Gase, die früher zusammen Wasser bildeten, nunmehr sich trennten und als freie Gasbläschen im übrigen Wasser aufstiegen.

Da man diesen Versuch weiter fortsetzte und die Vorrichtungen zu demselben verbesserte, so ist man jetzt im Stande, vor dem Auge jedes Wißbegierigen eine kleine Portion Wasser in die zwei Gase direkt zu zerlegen, damit er sich durch den Augenschein überzeuge, daß Wasser etwas ganz anderes ist, als man sich im gewöhnlichen Leben vorstellt.

Es kann sich wohl jeder unserer Leser denken, daß man nicht unterließ, alle möglichen chemischen Stoffe dem elektrischen Strom einer galvanischen Säule auszusetzen und wir können versichern, daß es bald keine chemische Verbindung mehr gab, die nicht durch den galvanischen Strom aufgehoben wurde. Daß auf diesem Wege ganz neue Urstoffe, aus ihren Verbindungen gelöst, erst bekannt wurden, haben wir bereits erwähnt.

Wie aber geht das zu? Woher kommt diese Kraft des galvanischen Stromes, die im Stande ist, chemische Wirkungen zu äußern? Was hat die Elektrizität mit der chemischen Kraft zu thun, die ihr gar nicht im mindesten ähnlich zu sein scheint?

Die Antwort auf all' diese Fragen hat man erst nach sehr ausführlichen Untersuchungen zu geben gewagt; denn — das müssen wir nur sagen — in der Naturwissenschaft herrscht ein ungeheures Mißtrauen gegen schnellfertige Antworten, und wenn es gleich auf ihrem Gebiet nicht an Köpfen fehlt, die nie um Antworten verlegen sind, so verschafft sich doch eine Antwort, und wäre sie auch noch so treffend, nicht früher volle Geltung, bis sie durch Beweise

gestützt ist, welche sie unumstößlich, mindestens im höchsten Grade wahrscheinlich machen.

Die Antwort, die man auf obige Fragen jetzt mit möglichst hinreichender Sicherheit geben kann, lautet kurz gefaßt wie folgt:

Man hat sich bisher eingebildet, es gäbe eine chemische Kraft, welche in den Atomen stecke und Verbindungen und Verwandlungen der Stoffe veranlasse; dies ist ein Irrthum. Das, was man als chemische besondere Kraft ansah, ist nichts als die elektrische Kraft der Atome und die ganze Chemie ist nur eine Erscheinung der Elektrizität, ein Zweig der Wirkung dieser die ganze Welt der Stoffe durchdringenden Kraft.

Diese Antwort klingt für den ersten Augenblick freilich kühn, und sie hat auch wirklich nicht wenige Gegner gefunden: aber man söhnt sich mit dieser Antwort aus, sobald man erst einsieht, daß in der wirklichen Natur die Kräfte gar nicht in so einzelne Fächer gesondert sind, wie es in Lehrbüchern der Fall ist und sein muß, daß vielmehr in der wirklichen Welt die geheimen Kräfte innig in einander greifen und wahrscheinlich aus einer einheitlichen Gesammtkraft stammen, die wir uns nur in viele Kräfte zerlegen, weil wir sie in ihrer Einheit noch nicht zu fassen vermögen.

Wie sich der Mensch die Zeit eintheilt in Stunden, Tage, Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte, Jahrtausende, Jahrmillionen, obwohl er weiß, daß in Wahrheit diese Eintheilung nicht existirt und nur ein Hilfsmittel für uns ist, um irgend ein Moment aus der Reihe der ewigen Wandelungen in unserer Vorstellung festzuhalten, so theilt die menschliche Wissenschaftlichkeit auch die eine Naturerscheinung in gesonderte Naturerscheinungen und bringt

zu ihrer übersichtlichen Belehrung die Natur in Fächer, von welchen die Natur selber sicherlich nichts weiß.

Ein jedes Steinchen, das wir mit dem Fuße gedankenlos zertreten, gehört im Bereich der Naturwissenschaft in viele gesonderte Fächer. Der Mineralog kann sein Entstehen, der Chemiker seine Bestandtheile studiren, der Physiker kann die spezifische Wärme, das spezifische Gewicht, die Lichtbrechung, den Zusammenhang, das Gefüge und die elektrische Eigenschaft untersuchen, und bei jeder dieser Untersuchungen setzt man eine gesonderte Kraft voraus, die in diesem Steinchen thätig ist. Die Natur selber aber treibt schwerlich all' diese gesonderten wissenschaftlichen Fächer bei der Bildung dieses Steinchens, sondern ist wahrscheinlich in einer Einheit dabei thätig, deren Mannigfaltigkeit nur in der Erscheinung liegt.

Sieht man aber die Sache von diesem Gesichtspunkte an, so kann man es nur als einen großen Schritt näher zur Wahrheit bezeichnen, wenn es gelingt, nachzuweisen, daß zwei Kräfte, welche die Wissenschaft als gesonderte Fächer behandelt, wie es mit der Elektrizität und Chemie der Fall, im Grunde genommen nur Eins und Dasselbe sind, das sich nur in verschiedener Weise äußert.

XXXV. Von der elektro-chemischen geheimen Kraft.

Wir wollen nun einmal sehen, wie man sich den ganzen geheimen Vorgang in der Chemie erklären kann, wenn man die Elektrizität zu Hilfe ruft und statt der zwei getrennten Kräfte, die wir bisher betrachtet haben, nur eine Kraft und zwar die „elektro-chemische" annimmt.

Der Aufschluß, den die „elektro-chemische" Lehre über die Erscheinungen der Chemie giebt, besteht im Wesentlichen in Folgendem.

Wir wissen es bereits, daß ein Stück Zink und ein Stück Kupfer, die sich berühren, eine elektrische Trennung in beiden Metallen erzeugen. Das Zink wird positiv-elektrisch und das Kupfer wird negativ-elektrisch. Durch geeignete Vorrichtungen ist man sogar, wie wir schon gesehen haben, im Stande, höchst wirksame elektrische Ströme durch die bloße Berührung dieser zwei Metalle hervorzurufen. Mag nun der Grund dieser Erscheinung sein, welcher er wolle, so steht doch so viel fest, daß vor der Berührung des Zinks und Kupfers weder das Zink, noch das Kupfer irgendwelche elektrische Eigenschaft zeigt, daß aber die elektrische Kraft nur erst bei dem Aneinanderbringen der Metalle erzeugt wird.

Nun, sagt der Elektro-Chemiker, ist es höchst wahrscheinlich, daß eine ganz ähnliche Trennung der Elektrizität in allen sogenannten chemischen Urstoffen stattfindet, sobald sich zwei verschiedene Atome derselben berühren. Das Atom des einen Urstoffs wird negativ-elektrisch und das Atom des andern Stoffes wird positiv-elektrisch. Da wir aber bereits wissen, daß positive und negative Elektrizität sich anziehen, so ist es ganz erklärlich, daß zwei verschiedene Atome sich anziehen, sobald sie sich sehr nahe sind, weil sie entgegengesetzte Elektrizität besitzen: und so verbinden sich die beiden Atome, das heißt, sie bilden ein Atompaar und halten sich mit einer gewissen Kraft fest, und zwar ist diese Kraft keine andere als die elektrische.

Haben die zwei Atome das gethan, so sagen wir freilich, sie hätten sich chemisch verbunden: allein, die Bezeichnung ist ungenau; wir müßten eigentlich sagen: sie haben sich elektrisch verbunden; denn, was sie an ein-

ander bindet, ist eben die bei ihrer Berührung in ihnen hervorgerufene verschiedene Elektrizität.

Zwar liegt die Frage sehr nahe, warum geschieht denn das nicht bei der Berührung von Zink und Kupfer? Warum trennen sich immerfort die Elektrizitäten und senden negative Ströme durch das Kupfer und positive durch das Zink davon, ohne daß zwischen Zink und Kupfer das vorgeht, was wir gewöhnlich chemische Verbindung nennen? — Allein die Antwort hierauf ist sehr einfach.

Wären wir im Stande, ein loses Zinkatom an ein loses Kupferatom zu bringen, so würden sie sich in der That festhalten und ihre entgegengesetzte Elektrizität würde wirklich das bewirken, was man eine chemische Verbindung nennt. Es würde ein Atom-Pärchen entstehen, das Zink-Kupfer bilden würde. Allein wir können kein loses Atom Zink herstellen und eben so wenig ein loses Atom Kupfer. In einem noch so kleinen Stückchen Zink oder Kupfer hängt das Atom fest zusammen mit dem ganzen Stück und kann sich nicht trennen. Nun kommt noch dazu, daß sie beide Metalle sind, die die Elektrizität leiten. Die Trennung der Elektrizität, die an der Berührungsstelle eines Stücks Zinks oder Kupfers vor sich geht, leitet sich sogleich fort durch beide Metalle, und löthet man Drähte an die Metalle und bringt deren Enden an einander, so entsteht sogar ein Strom von beiden Seiten her, so daß die getrennten Elektrizitäten sich in dieser geschlossenen Kette fortwährend verbinden, wie sie sich an der Berührungsstelle fortwährend trennen. Es findet also das, was man chemische Verbindung der Atome nennt, nicht statt, sondern es stellt sich eine andere Ausgleichung der Elektrizitäten her und zwar durch einen elektrischen Strom.

Kommen aber zwei Atome anderer Stoffe mit einander

in Berührung, von denen eins oder beide Atome nicht im Zusammenhang mit einem festen Stück sind, und findet bei ihnen oder bei einem von ihnen nicht der Umstand statt, daß sie die in ihnen entstehende Elektrizität fortleiten, so müssen sie zu einander und sie thun es wegen der entgegengesetzten Elektrizität, die in ihnen erweckt ist, und so lagert sich Atom zu Atom und sie bilden beisammen Atom-Pärchen, von denen wir sagen, sie haben sich chemisch verbunden.

In der That bestätigt die Erfahrung diese Annahme. Zwei trockene feste Stoffe verbinden sich durchaus nicht chemisch. Schwefel und Eisen können Jahrhunderte lang bei einander liegen, es wird kein Schwefel-Eisen entstehen. Will man eine chemische Verbindung zweier Stoffe haben, so muß man mindestens einen in einen Zustand versetzen, wo seine Atome loser zusammenhängen und dann gelingt in vielen Fällen die Verbindung. — Wären wir im Stande, Sauerstoff festzumachen, so könnte man ihn mit einem Stück Kalium zusammenpacken, trotzdem die Neigung zwischen beiden, sich zu verbinden, so unendlich groß ist. Sie würden als trockene feste Körper bei einander liegen, ohne chemische Verbindungen einzugehen. Dahingegen wissen wir, daß der gasförmige Sauerstoff, weil er eben ein Gas ist und seine Atome nicht festhält, ein gefährlicher Nachbar für Kalium ist. Die chemische Verbindung beider geschieht mit großer Energie. Aehnlich geht es mit allen Stoffen, die sich chemisch verbinden und das bestätigt schon wenigstens in dieser Beziehung die eben von uns ausgesprochene Behauptung.

Allein diese Bestätigung ist an sich noch sehr geringfügig, denn wir werden sogleich sehen, daß die eigentlichen chemischen Räthsel höchst überraschende und interes-

sante Erklärungen finden, sobald man zu ihrer Lösung die elektrische Kraft zu Hilfe ruft.

XXXVI. Die Erklärung der chemischen Erscheinungen durch elektrische Kräfte.

Um einzusehen, wie viel Wahrheit in der Lehre steckt, nach welcher die chemische Kraft nichts anderes ist, als die elektrische Kraft der Atome, wollen wir vor Allen einen Umstand hervorheben.

Wir haben bereits auf die Sonderbarkeit aufmerksam gemacht, daß zwei chemische Urstoffe sich am heftigsten und schnellsten verbinden, wenn sie sich beide höchst unähnlich sind. Die Metalle haben sammt und sonders eine gewisse Aehnlichkeit mit einander. Kupfer, Zink, Silber, Gold, Eisen, Blei sind zwar in ihren Eigenschaften verschieden; aber in ihrer wesentlichen Natur sind sie doch sehr nahe verwandt. Gleichviel haben sie nicht die mindeste Neigung, sich chemisch zu verbinden. Nun giebt es gewiß nichts Unähnlicheres in der Welt als Sauerstoff und Eisen und gleichwohl ist ihre Neigung zur Verbindung sehr stark, wie überhaupt die Neigung sämmtlicher Metalle, sich mit Sauerstoff zu verbinden, bedeutend ist. Ganz dasselbe zeigt sich, wenn man diejenigen Stoffe betrachtet, die ihrer Natur nach dem Sauerstoff ähnlich sind, wie z. B. Chlor, Brom, Jod und Fluor, trotzdem haben sie nicht das Bestreben sich mit dem Sauerstoff zu verbinden; im Gegentheil, sie ersetzen unter gewissen Umständen oft den Sauerstoff, wenn er sich mit einem Metall verbunden hat und füllen so seine Stelle aus. —

Hieraus aber und aus einer ganzen Reihe mannigfal-

tiger Versuche und Betrachtungen geht mit aller Bestimmtheit hervor, daß die chemische Neigung zweier Stoffe zu einander immer stärker ist, je weniger sie sich in ihrer Natur gleich sind.

Vergleicht man dies aber mit der Elektrizität, so findet man hier ein ganz ähnliches Verhältniß. Ein Kügelchen mit positiver Elektrizität geladen zieht ein zweites Kügelchen mit negativer Elektrizität geladen an, das Ungleiche hat eine Neigung zu einander und sucht sich auf. Dahingegen stößt die gleiche Elektrizität sowohl positive wie negative in zwei Kügelchen sich gegenseitig ab. Das Gleiche flieht sich und verbindet sich nicht mit einander.

Nimmt man nun an, daß alle sechszig Urstoffe, wenn sich zwei und zwei von ihnen berühren, verschiedenartig stark elektrisch werden, so hat man damit die meisten Räthsel der Chemie gelöst.

Wenn sich zum Beispiel ein Atom Sauerstoff und ein Atom Kalium nahe kommen, so braucht man sich nur zu denken, daß es ihnen so ergeht, wie wenn Zink zu Kupfer gebracht wird. Das Atom Sauerstoff wird negativ-elektrisch und das Atom Kalium wird positiv-elektrisch. Sie gleichen hierin zwei Kügelchen, die immerfort entgegengesetzte Elektrizität besitzen und darum ziehen sie sich an und halten sich fest. Sauerstoff und Kalium bringen bei ihrer Berührung die allerstärkste Trennung der Elektrizität hervor, und darum ist die Neigung sich zu verbinden bei ihnen die allerstärkste, die man in der Chemie findet. Will man nun die stärkste Verbindung hervorbringen, so braucht man nur ein Stückchen reines Kalium-Metall an die Luft zu bringen. Es entsteht sofort die heftigste Vereinigung der beiden Stoffe, weil sie bei ihrer gegenseitigen Berührung am stärksten die elektrische Trennung bewerkstelligen.

Sauerstoff mit Natrium-Metall macht es ebenso; aber nicht so heftig. Ein Atom Sauerstoff und ein Atom Natrium bilden nicht einen so starken elektrischen Gegensatz mehr. Das Natrium ist nicht so sehr positiv-elektrisch wie das Kalium. Sauerstoff und Eisen haben auch bei ihrer Berührung entgegengesetzte Elektrizität, aber schon eine bedeutend schwächere; deshalb verbindet sich zwar Sauerstoff mit Eisen, aber nicht so schnell und energisch. Eisen also ist weniger positiv-elektrisch als Natrium. — In dieser Weise nun kann man alle sechszig Urstoffe in eine Stufenreihe bringen, deren erstes Glied Sauerstoff ist als das negativste und deren letztes Glied Kalium ist als das positivste, und man hätte so die Neigung der Stoffe sich zu verbinden und die verschiedenen Grade dieser Neigung vollständig erklärt, ohne eine andere Kraft zu Hilfe zu rufen als die elektrische Kraft, deren Dasein wir gar nicht bestreiten können.

Wir werden nun zeigen, wie durch diese Annahme nicht nur die chemischen Verbindungen, sondern auch die chemischen Lösungen sich leicht erklärlich und anschaulich machen lassen, vorerst aber wollen wir nur sagen, daß solch eine Stufenfolge, solch eine Anordnung der Stoffe, wie wir sie hier angedeutet haben, von den größten Naturforschern unserer Zeit aufgestellt worden ist und daß man diese mit ziemlicher Sicherheit auch als richtig annehmen kann; allein bis zur wirklichen unumstößlichen Feststellung ist man auch hier noch nicht gelangt, und namentlich deshalb nicht, weil sowohl das elektrische wie das chemische Verhalten zweier Stoffe zu einander oft von besonderen Umständen abhängt, die eine Vergleichung mit andern Umständen sehr erschweren. Als Thatsache können wir nur das Eine anführen, daß zwar abweichende Ansichten über das geheime Wesen der Chemie obwalten,

daß aber Niemand mehr die innigste Verbindung derselben mit dem Wesen der Elektrizität in Abrede zu stellen wagt.

XXXVII. Erklärung der chemischen Verbindungen und Trennungen nach der elektro-chemischen Lehre.

Mit derselben Leichtigkeit, mit welcher sich die einfache chemische Verbindung zweier Urstoffe erklären läßt, wenn man die Elektrizität als geheime Kraft betrachtet, welche diese bewirkt, mit eben so großer Leichtigkeit erklärt sich aber auch jede chemische Zersetzung und jede chemische Verbindung höherer Ordnung.

Wir wollen dies wieder an dem bereits bekannten Beispiel zeigen, das wir schon öfter erwähnt haben. Wenn man ein Stückchen Kalium-Metall in ein Glas Wasser wirft, so entreißt das Kalium dem Wasser den Sauerstoff, so daß der Wasserstoff des Wassers in Blasen aus dem übrigen Wasser aufsteigt. Dieser Vorgang ist durch die elektrische Kraft sehr leicht zu bewerkstelligen. Nach den bereits im vorigen Abschnitt angegebenen Versuchen hat man gefunden, daß Kalium der elektrisch positivste aller Urstoffe, während Sauerstoff der negativste ist. Wasserstoff steht so ungefähr in der Mitte zwischen beiden. Im Vergleich mit Kalinm ist jedoch Wasserstoff negativ-elektrisch. Bei der Bildung des Wassers hat sich freilich der negative Sauerstoff mit dem ihm gegenüber positiven Wasserstoff verbunden; sowie aber ein Ding hinzukommt, das so stark positiv ist wie Kalium, verläßt der negative Sauerstoff seinen bisherigen nur schwach positiven Gesellen und geht eine neue Verbindung mit dem stärker posi-

tiven ein. Gäbe es einen Stoff, der noch negativer elektrisch ist als Sauerstoff, so würde er, wenn er dazu gebracht würde, das Kalium anziehen und den Sauerstoff verdrängen.

In ähnlicher Weise kann man sich jeden chemischen Vorgang erklären, wo immer ein oder zwei hinzukommende Stoffe zu einer bereits fertigen Verbindung die bestehende chemische Anziehung aufheben und eine neue bewirken. In solchem Falle wirkt immer nur der stärkere elektrische Gegensatz zweier Stoffe gegen den schwächeren.

Woher aber, könnte man bei oberflächlicher Betrachtung fragen, woher kommt es, daß ein elektrischer Strom gerade oft eine Trennung einer chemischen Verbindung hervorruft? Wir wissen, daß, wenn man die Pole einer starken galvanischen Säule in ein Glas Wasser bringt, sich das Wasser in seine Urbestandtheile zersetzt; daß die chemische Verbindung des Wassers aufgehoben wird und in geeigneten Apparaten gezeigt werden kann, wie die elektrische Strömung dem Wasser einerseits Sauerstoff und andererseits Wasserstoff entreißt. Wie, könnte der Uneingeweihte fragen, wenn die chemische Verbindung nur auf der Kraft der Elektrizität beruht, so müßte ja ein elektrischer Strom, durch das Wasser gehend, dieses nur noch fester verbinden und nicht die Verbindung stören?

Zur Beantwortung dieser Frage braucht man sich nur zu erinnern, daß die Pole einer galvanischen Säule entgegengesetzt elektrisch sind. Der Pol, der am Zink angebracht ist, besitzt positive Elektrizität; der Pol, der am Kupfer angebracht ist, besitzt negative. Nun aber besteht Wasser ebenfalls nur aus zwei entgegengesetzt elektrischen Atomen, die sich angezogen haben. Der negative Sauerstoff hat den positiven Wasserstoff angezogen. Bringt man nun beide Pole der Säule hinein, so zieht, wenn die gal-

vanische Säule stark ist, also auch die Pole bedeutende elektrische Kraft besitzen, der positive Pol der Säule das negative Atom des Wassers an sich; während der negative Pol der Säule das positive Atom des Wassers anzieht. Es begiebt sich demnach der negative Sauerstoff zum positiven Pol und der positive Wasserstoff zum negativen Pol der Säule, wodurch die Trennung des Wassers bewirkt wird. —

Betrachtet man das, was hierbei vorgegangen ist, aufmerksamer, so sieht man ein, daß die stärkere Elektrizität der galvanischen Säule die schwächere Elektrizität, welche das Wasser bildete, aufgelöst hat. Das negative Atom Sauerstoff verließ darum das positive Atom Wasserstoff, mit welchem es verbunden war, weil der Zinkpol der galvanischen Kette noch elektrisch positiver; und eben so verließ das positive Atom Wasserstoff das mit verbundene negative Atom Sauerstoff, weil es einen noch negativern Körper vorfand, zu dem es hingezogen wurde, nämlich den Kupferpol der galvanischen Säule.

Ganz wie es dem Wasser ergeht, so ergeht es allen chemischen Flüssigkeiten. In allen Fällen begiebt sich der positiv-elektrische Theil der Flüssigkeit zum negativen Pol und der negativ-elektrische Theil der Flüssigkeit zum positiven Pol der galvanischen Kette, und wenn diese Pole dazu eingerichtet werden, entsteht sogar eine wirkliche Ablagerung der chemisch aufgelösten Stoffe an den Polen der Säule, so daß man auf galvanischem Wege Gold, Silber, Kupfer oder sonst irgend welche Stoffe, die in Flüssigkeiten aufgelöst sind, an den betreffenden Polen der galvanischen Kette ansammeln kann.

Hierauf beruht eine der interessantesten Erfindungen der neueren Zeit, die Galvano-Plastik, welche wir unsern Lesern vorführen und so angeben wollen, daß Jedermann,

dem es Vergnügen macht, eine Anleitung zu eigenen Versuchen derart erhalten wird. Eine solche Beschäftigung die wenig Zeit, sehr wenig Mühe und auch nur sehr wenig Geld kostet, hat das Angenehme, daß man spielend dabei viel lernen kann und daß sie anregt zu weiterem Nachdenken und weiterem Forschen!

XXXVIII. Die Galvano-Plastik.

Nachdem man bereits lange wußte, daß alle chemischen Flüssigkeiten durch die Pole einer elektrischen Kette derart zersetzt werden, daß der positive Bestandtheil der chemischen Flüssigkeit, wie etwa ein Metall, sich an den negativen Pol ansetzt, während der negative Bestandtheil der Flüssigkeit sich zum positiven Pol hin begiebt, kam zuerst der französische Naturforscher de la Rive im Jahre 1836 auf den Gedanken, daß man dadurch Metallniederschläge in beliebiger Form aus metallischen Auflösungen herstellen könnte.

Kurze Zeit darauf entdeckte Professor Jacoby in Petersburg, wie man diesen Umstand zu wichtigen praktischen Zwecken benutzen kann und nannte seine neue Entdeckung, die mit Recht viel Aufsehen machte: Galvano-Plastik. Ein Zweig der Galvano-Plastik ist die galvanische Versilberung und Vergoldung, die jetzt bereits so außerordentlich gebräuchlich ist, daß sie von vielen Tausenden mit Erfolg als Gewerbe betrieben wird.

Die Galvano-Plastik wird im Großen schon in so ausgedehntem Maße betrieben, daß man durch dieselbe riesige metallene Standbilder, die man sonst nur durch den Guß herstellen konnte, anfertigt: man kann sich aber

einen Apparat im Kleinen herstellen, welcher eine eben so unterhaltende wie belehrende Beschäftigung gewährt.

Zu diesem Zwecke läßt man sich von einem gewöhnlichen Lampen-Zylinder ein Stück von ungefähr 3 Zoll Länge abschneiden und bindet über das eine offene Ende ein Stück Kalbsblase, so daß man einen Becher hat, dessen Boden aus Thierblase besteht. Ein paar Drähte, die man um den Becher bindet, richtet man so ein, daß man den Becher in ein gewöhnliches Bierglas hineinstellen kann, ohne daß er den Boden des Glases berührt, und daß er an den Drähten vom Rande des Glases getragen wird. Nun schüttet man in das Bierglas eine Auflösung von Kupfervitriol und in den Zylinder, der im Glase hängt, Wasser, in welches man einige Tropfen Schwefelsäure gegossen hat. Sodann biegt man ein Stück Kupferdraht so, daß ein Ende desselben in das Bierglas taucht und das andere Ende in den Zylinder. Bringt man nun an dem Ende, das in den Zylinder getaucht wird, ein Stück Zink an, so entsteht ein elektrischer Strom an der Stelle, wo Zink und Kupfer sich berühren und dieser Strom, der durch die Flüssigkeit und die Thierblase wie durch den Draht zirkulirt, ist stark genug, um die Auflösung von Kupfervitriol, die im Bierglase ist, zu zersetzen und das in ihr enthaltene metallische Kupfer an den in die Flüssigkeit tauchenden Draht abzulagern.

Läßt man diesen Apparat ein paar Tage so stehen, so setzt sich an den Draht, der in das Bierglas hineinragt, all' das Kupfer an, das in der Auflösung von Kupfervitriol vorhanden ist. Bringt man aber an den Draht irgend eine Form an, z. B. einen Abdruck einer Medaille in Wachs oder Stearin und überzieht den Abdruck mit einer feinen Schicht Gräphit oder Bronze-Pulver, während man den Kupferdraht, so weit er in die Flüssigkeit

taucht, mit Wachs überzieht, so legt sich das Kupfer aus der Auflösung an die Form, und man erhält nach einigen Tagen einen außerordentlich getreuen Abklatsch der Medaille. —

Wer sich das Vergnügen bereiten will, solch einen Versuch anzustellen, der wird von selber auf einzelne Vortheile und beliebige Abänderungen in der Einrichtung kommen und wird sicherlich viel Gelegenheit zur Selbstbelehrung haben, wenn er die richtige Erklärung dieser interessanten Erscheinung sich merkt.

Diese Erklärung ist folgende:

Kupfervitriol ist eine chemische Verbindung von Schwefelsäure und Kupfer; es führt in der Wissenschaft den Namen „schwefelsaures Kupferoxyd" und ist bei jedem Droguisten zu haben. Dieses Salz von blauer Farbe kann man in Wasser auflösen und thut man dies, so hat man in dem blauen Wasser eigentlich Atome von Schwefel, von Sauerstoff und von Kupfer. Durch den Kupferdraht und durch das Zinkstück an dem einen Ende, das man in das schwach eingesäuerte Wasser eingetaucht hat und durch das zweite Ende Kupferdraht, das man in die Auflösung von Kupfervitriol taucht, wird ein elektrischer Strom erregt. Die Quelle dieser erregten elektrischen Strömung ist die Stelle, wo Zink und Kupfer sich berühren. Das Zink wird positiv-elektrisch und das Kupfer negativ-elektrisch. Da aber sowohl das Zink wie das Kupfer in chemischen Flüssigkeiten sich befinden, so zieht das positive Zink den negativen Sauerstoff aus dem Wasser an und bildet mit der vorräthigen Schwefelsäure eine Verbindung, welche schwefelsaures Zink-Oxyd heißt, das sich im Wasser auflöst. Der Kupferdraht dagegen ist der negative Pol der Kette; da er sich aber in der Flüssigkeit, wo das Kupfer aufgelöst ist, befindet und diese Kupfer-

atome positiv elektrisch sind, so werden sie von dem negativen Pol angezogen und bilden dort nach und nach metallisches Kupfer, das sich je nach den Formen, die man ihm bietet, ansetzt.

XXXIX. Von der galvanischen Versilberung.

Ganz auf demselben Prinzip wie die Galvano-Plastik beruht die galvanische Versilberung und Vergoldung, die im Großen so außerordentlich stark getrieben wird, daß andere Arten von Versilberungen und Vergoldungen fast ganz abgekommen sind. Es gewährt aber auch im Kleinen einen lehrreichen Genuß, sich solch einen Apparat selber einzurichten und deshalb wollen wir hierzu die Anleitung geben, in der Hoffnung, daß Jeder, dem eine Beschäftigung derart Vergnügen macht, von selber hinter die kleinen Kunstgriffe und Verbesserungen kommen wird, wenn er nur aufmerksam den Vorgang betrachtet.

Um auf galvanischem Wege versilbern zu können, ist es nöthig, daß man eine Flüssigkeit herstelle, die hierzu anwendbar ist, und das ist eben nicht leicht. Wer sich das recht bequem machen will, der braucht nur ein viertel Loth Cyan-Silber zu kaufen, das hier in Berlin in allen Apotheken zu haben ist, welche Materialien für Daguerreotypisten liefern. Dieses Cyan-Silber schüttet man in ein Quart destillirtes Wasser, worin es sich auflöst und man hat somit die gewünschte Flüssigkeit, um ein Dutzend neusilberne Theelöffel recht stark zu versilbern. — Allein es ist sehr lehrreich, sich diese Flüssigkeit selber zu bereiten, denn bei dieser Gelegenheit hat man nicht nur Stoff zum Nachdenken, sondern auch zum Erkennen der chemischen Vorgänge aus eigener Anschauung — und das

ist immer die erfolgreichste und leichteste Art, sich in die Chemie einigermaßen hinein zu arbeiten.

Man nehme ein halbes Loth altes Silber und klopfe es mit einem Hammer so dünn, daß man es bequem mit einer Scheere zerschneiden kann. Die dünnen zerschnittenen Stückchen Silber thue man in ein Fläschchen und gieße reine Salpetersäure darauf. Je dünner das Silber geklopft ist, desto schneller löst sich dasselbe in der Salpetersäure auf. Wenn das Silber chemisch-reines war, so bleibt die Flüssigkeit weiß, war das Silber aber, wie das fast immer der Fall ist, mit Kupfer vermengt, so wird die Flüssigkeit blau-grün aussehen. Sobald das Silber vollständig aufgelöst ist, was oft erst in einigen Tagen der Fall ist, so schütte man die Flüssigkeit in ein Bierglas und gieße ungefähr ein halbes Glas destillirtes Wasser dazu. Sodann schütte man in ein anderes Bierglas eine Hand voll Kochsalz und gieße ein halbes Glas Wasser darauf und warte bis das Salz sich aufgelöst hat. Wenn dies geschehen ist, so schütte man die Silberauflösung in das Salzwasser und man wird ein Schauspiel eigener Art haben.

Es wird sich nämlich jeder Tropfen Silberauflösung, der in's Salzwasser kommt, in eine Art käsige Flocken verwandeln und auch wie frischer weißer Käse zu Boden sinken. Hat man die ganze Silberauflösung hineingeschüttet, so warte man so lange, bis sich der sogenannte Käse völlig gesetzt hat, und das darüberstehende Wasser recht klar ist. Ist dies der Fall, so gieße man vorsichtig das Wasser fort und gebe Acht, daß man nichts von dem Käse fortschüttet, denn in diesem Käse eben steckt, wie wir sehen werden, das kostbare Silber.

Obgleich noch immer nicht die nöthige Flüssigkeit fertig ist, so wollen wir uns doch einmal umsehen, was denn

eigentlich bisher mit dem Silber vorgegangen ist und die Verwandlungen, die man mit demselben vorgenommen, etwas genauer kennen lernen.

Das Silber hat sich in der Salpetersäure aufgelöst; aber nicht aufgelöst wie Zucker im Wasser, sondern die Auflösung ist eine chemische. Man kann sich hiervon durch folgenden Versuch überzeugen. Stellt man Zuckerwasser über Feuer oder in eine heiße Ofenröhre und läßt das Wasser verdampfen, so erhält man den Zucker wieder, wie er früher war. Thut man dasselbe mit der Salpetersäure, so erhält man nicht etwa das Silber wieder, sondern es zeigen sich Krystalle, die wie Salz aussehen und den Namen „salpetersaures Silberoxyd" führen. Das Silber nämlich hat aus der Salpetersäure Sauerstoff in sich aufgenommen, und wurde Silberoxyd, oder wenn man einen bekanntern Namen dafür will, es wurde Silberrost. Dieses Silberoxyd aber hat sich in der übrigen Salpetersäure aufgelöst und wurde nun eine Art Salz. Durch Abdampfen der übrigen Salpetersäure kann man dies Salz, das wir Silbersalz nennen wollen, rein erhalten, und wenn man dies schmilzt und erkälten läßt, so giebt es den bekannten Höllenstein, den man in der Medizin vielfach braucht.

Zu unserm Zweck ist das Herstellen des Silbersalzes nicht weiter nöthig, wir haben vielmehr das salpetersaure Silberoxyd sammt der überflüssigen Salpetersäure in eine Auflösung von Kochsalz geschüttet und daraus den weißen Käseniederschlag erhalten.

Hierbei ist Folgendes vorgegangen.

Das Kochsalz ist, wie wir wissen, ein chemisches Ding; es besteht nämlich aus einem Metall, das den Namen Natrium hat, und aus einer Luftart, die den Namen Chlor führt. Kochsalz heißt deshalb in der Wissenschaft Chlor-

Natrium. In dem einen Glase also war Chlor und Natrium in Wasser aufgelöst; sobald man zu demselben salpetersaures Silber geschüttet, so geschieht augenblicklich eine Trennung der alten chemischen Verbindungen und es tritt eine neue ein. Das Natrium verläßt den Chlor und verbindet sich mit der Salpetersäure, dadurch wird einerseits das Silber und andrerseits das Chlor frei, und diese beiden Stoffe, die eben erst ihre Freiheit erlangt haben, besitzen gerade deshalb die heftigste Begierde, sich zu verbinden und bilden Chlor-Silber.

Und dies ist eben der weiße käsige Niederschlag, den wir haben entstehen sehen; er heißt Chlor-Silber.

XL. Von der Bereitung der Versilberungs-Flüssigkeit

Das Chlor-Silber, das wir nun in der Form eines käsigen Niederschlages besitzen, muß noch weiter chemisch behandelt werden, um aus demselben die Flüssigkeit herzustellen, die zum Versilbern gebraucht werden kann. Wir wollen jedoch die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne einen Blick seitwärts auf das zu werfen, was wir mit dem Wasser fortgeschüttet haben. Hat dies auch keinen reellen Werth für uns, so ist doch gut zu wissen, was man eigentlich unter Händen gehabt hat.

Das Wasser, das man abgegossen hat, bestand erstens aus dem Wasser, worin das salpetersaure Silber aufgelöst gewesen und zweitens aus dem hinzugegossenen Salzwasser. Nun aber enthält der käsige Niederschlag, den wir jetzt zurückbehalten haben, nur Chlor-Silber, das heißt nur Chlor, welches im Glas Salzwasser gewesen ist und Silber, welches im ersten Glase war. Im Salz-

wasser war aber außer Chlor noch Natrium, denn Kochsalz besteht aus Chlor und Natrium und im ersten Glase war außer Silber noch Salpetersäure enthalten. Es läßt sich also ohne weiteres einsehen, daß in dem Wasser, das wir fortgegossen haben, Natrium und Salpetersäure gewesen sein muß; da sich diese aber chemisch verbinden, so bilden sie salpetersaures Natron, welches in dem überschüssigen Wasser aufgelöst, für unsere Augen unmerklich ist. — Würde man dieses Wasser nicht fortgießen, sondern in einem Glase auffangen und über Feuer oder in einer heißen Ofenröhre verdampfen lassen, so würde man finden, daß wirklich eine Art Salz zurückbleibt, das dem Kochsalz durchaus nicht gleich, sondern von anderen Eigenschaften ist und weil es würfelartig aussieht „kubischer Salpeter" genannt wird.

Nunmehr wollen wir zum Chlor-Silber zurückkehren, das wir benutzen wollen.

Wir müssen mit demselben noch eine Operation vornehmen; aber wir rathen Jedem, der im Umgehen mit giftigen Dingen nicht recht Bescheid weiß, lieber in eine Apotheke zu gehen und das, was er zu thun hat, dort bewerkstelligen zu lassen. Man braucht hierzu nämlich einen Stoff, der äußerst giftig ist, da schon ein Krümelchen davon, das an eine wunde Stelle der Haut kommt, im Stande ist, den Tod herbeizuführen. Dieser Stoff heißt Cyan-Kalium.

Was Kalium ist, wissen unsere Leser bereits. Es ist ein Metall, welches so ungeheure Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, daß man es gar nicht davor hüten kann. Dieses Metall geht auch eine Verbindung mit einem eigenthümlichen giftigen Gas ein, welches Cyan heißt, und eine Art Räthsel in der Chemie ist. Cyan nämlich besteht aus Kohlenstoff und Stickstoff, ist also ein

zusammengesetzter Stoff und spielt ausnahmsweise in der Chemie die Rolle eines einfachen Stoffes und verbindet sich chemisch fast mit allen Metallen. Das Cyan hat große Neigung, sich mit Wasserstoff zu verbinden und bildet mit diesem die furchtbare Blausäure, deren Geruch schon tödtlich wirkt. Wir haben hier ein Beispiel, wie der unschädliche Kohlenstoff, der eben so unschädliche Stickstoff und der in jedem Glase Wasser massenweis von uns verschluckte Wasserstoff in chemischer Verbindung das furchtbarste Gift erzeugen, das man in der Welt kennt!

Das Cyan aber ist es, das wir brauchen, und zwar nimmt man zu einem halben Loth Silber etwa fünf Loth Cyan-Kalium. Dieses löst man in destillirtem Wasser auf und schüttet das Chlor-Silber hinein und man wird sofort sehen, wie nach einigem Schütteln das käsige Chlor-Silber sich auflöst und man bald eine farblose Flüssigkeit vor sich hat, die nicht im Entferntesten durch ihr Ansehen verräth, daß hier so viele verschiedene Stoffe darin sind.

In dieser Flüssigkeit, die wir nun bald gebrauchen werden, sind nicht weniger als zwei Metalle vorhanden und außerdem noch zwei, eigentlich drei Stoffe. Erstens ist, wie wir wissen, Silber da; zweitens steckt auch Kalium darin, drittens befindet sich hier auch Chlor und endlich viertens Cyan, oder eigentlich viertens und fünftens: Kohlenstoff und Stickstoff.

Was aber machen diese vier oder gar fünf Stoffe darin?

Das wollen wir gleich sehen.

Das Cyan ist, wie wir wissen, früher mit dem Kalium verbunden gewesen. Nun ist Kalium der elektrisch-positivste Stoff, den wir kennen und Chlor ist sehr negativ-elektrisch. Schüttet man daher das Chlor-Silber in die Lösung von Cyan-Kalium, so verbindet sich sofort das

Chlor mit dem Kalium, während das Silber sich mit dem Cyan verbindet.

Wir haben also in dem Wasser erstens Cyan-Silber und zweitens Chlor-Kalium. Da dies aber beides Stoffe sind, welche sich im Wasser auflösen, ohne es zu färben, so kann man es dem Wasser gar nicht anmerken, was in ihm steckt.

Und dieses Wasser eben ist die Flüssigkeit, die wir benutzen wollen. Man schütte nun noch etwa ein Quart destillirtes Wasser hinzu und bereite sich vor, zur Einrichtung des elektrischen Apparats zu gehen, bei dem wir im nächsten Abschnitt dem Liebhaber sogleich zur Hand sein wollen.

XLI. Einrichtung des Apparats zum Versilbern.

Die Einrichtung des Apparats zum Versilbern ist, wenn man sich's bequem machen will, höchst einfach. Man braucht nur denselben Apparat anzuwenden, den wir bereits bei der Galvanoplastik beschrieben haben und zwar setzt man zu diesem Zweck den mit Thierblase umbundenen Zylinder wieder in ein Glas, das eine Portion Salzwasser enthält, während man in den Zylinder die Cyan-Silberflüssigkeit gießt. Will man nun etwas versilbern, zum Beispiel einen neusilbernen Theelöffel, so befestigt man diesen an einen Kupferdraht, der an seinem andern Ende an ein Stück Zink gelöthet ist. Das Stück Zink wird ins Salzwasser gesteckt und der Theelöffel in die Cyan-Silber-Lösung. Die elektrische Strömung beginnt nun sofort zu wirken; die Cyan-Silber-Lösung zersetzt sich chemisch und es legt sich das Silber in außerordentlich

feiner Schicht sofort an das Neusilber, das hier der negative Pol ist, und überzieht so das Löffelchen, daß es nach einigen Stunden schon ganz silberweiß erscheint.

Wenn das Salzwasser wenig Salz enthält, so geht die Versilberung sehr langsam vor sich; aber sie ist dafür viel reiner und zarter. Am schönsten ist die Versilberung, wenn sie so langsam geschieht, daß 24 Stunden dazu nöthig sind, um eine gehörige Schicht herzustellen. Der versilberte Gegenstand hat dann ein weißes mattes Ansehen, nimmt aber durch Politur, namentlich durch Bearbeiten mit dem Polirstahl den schönen Silberglanz an, der diesem Metalle seinen besondern Werth gibt. Wer mit dem Poliren durch den Polirstahl nicht Bescheid weiß, erreicht auch seinen Zweck durch Putzen mit Schlemmkreide und etwas pariser Roth, obgleich dies nicht jenen tiefen Glanz hervorbringt, der am Silber so gern gesehen wird.

Zur Erklärung des Vorgangs brauchen wir nur wenig zu sagen. Durch die Berührungsstelle des Kupferdrahtes und des Zinkes wird Elektrizität erzeugt. Das Zink wird positiv-elektrisch und der Kupferdraht negativ-elektrisch. Da nun der Theelöffel an den Kupferdraht befestigt ist, so wird auch dieser zum negativen Pol. Stellt man nun das Zink in das Salzwasser und den Löffel in die Cyan-Silber-Lösung, so zieht das positive Zink den negativen Bestandtheil aus dem Salzwasser, also das Chlor an sich und bildet Chlor-Zink, für das wir uns beim Versilbern nicht weiter interessiren. Der Theelöffel dagegen, der negativ-elektrisch ist, zieht aus der Cyan-Silber-Lösung den positiven Bestandtheil an, und dies ist das Silber, woher dann die Silberschicht rührt, welche sich auf dem Löffel anlegt.

Diese Art zu versilbern ist sehr einfach und gewährt viel Vergnügen; aber wir rathen jedem Liebhaber zu einer

Erweiterung des Apparats, welche sehr viel Interessantes an sich hat und wobei man eine neue Erscheinung kennen lernen wird.

Die Erweiterung besteht in Folgendem:

Man fülle den bewußten Zylinder mit Kupfervitriol und stelle ein Stück Kupferblech hinein. Das Glas fülle man mit Wasser, worin man drei bis vier Tropfen Schwefelsäure geschüttet, stelle den Zylinder in das Glas und thue in das Glas ein Stück Zink. An dieses Stück Zink und ebenso an das Stück Kupferblech befestige man einen dünnen Kupferdraht von beliebiger Länge, so daß man die Enden beider Drähte, die die Pole eines galvanischen Apparats sind, beliebig in ein geeignetes Gefäß eintauchen kann, worin man die Versilberung vornehmen will.

Nehmen wir an, daß man einen neusilbernen Eßlöffel versilbern will, so schüttet man die Cyan-Silber-Lösung in ein Gefäß, worin der Löffel bequem liegen oder hängen kann, ohne aus der Lösung hervorzuragen. Der Löffel wird nun an dem einen Kupferdraht befestigt, der an dem Kupfer des galvanischen Apparats angelöthet ist, also am negativen Pol. An dem positiven Pol des Apparats aber befestige man ein beliebiges Stück reines Silber und nun stelle man beides, den Löffel, der sich versilbern soll und das Stück Silber in die Cyan-Silber-Flüssigkeit, jedoch so, daß sie sich nicht berühren.

Auch hier geht die Versilberung wie bei der obigen Einrichtung vor sich; allein es geschieht noch ein zweites dabei, das höchst interessant ist. Während bei der obigen Einrichtung die Cyan-Silber-Lösung fortwährend schwächer wird, je mehr Silber sich an dem Löffel abgelagert hat, ist es bei dieser Einrichtung nicht der Fall. Die Lösung bleibt unendliche Zeiten immer in derselben Stärke, ohne daß sie erneuert wird. In großen Versilberungsan-

stalten in Berlin erhält man in solcher Weise die Lösung monatelang in gutem Zustande, ohne daß man sie zu erneuern braucht.

Wie aber geht dies zu?

Die Sache ist ganz einfach. Am negativen Pol setzt sich auf dem Cyan-Silber das Silber ab, weil das Silber positiv-elektrisch ist. Nun ist aber Cyan negativ-elektrisch und dies wird vom positiven Pol angezogen. Da nun am positiven Pol ein Stück Silber steckt, so kommt hier Cyan zum Silber und es bildet sich da netto so viel Cyan-Silber, wie am negativen Pol zerlegt wird. Das Stück Silber am positiven Pol wird auch dadurch aufgezehrt und muß daher ersetzt werden. Thut man dies aber, und nimmt man es nur groß genug, so zehrt sich am positiven Pol netto so viel ab, wie sich am negativen Pol ansetzt. Mit Recht also kann man sagen, daß der elektrische Strom eine Wanderung des Silbers vom positiven zum negativen Pol hervorbringt. Und dies zu beobachten ist ebenso interessant wie lehrreich.

XLII. Etwas von der galvanischen Vergoldung.

Manchem denkenden Leser, der in der Chemie nicht Bescheid weiß, möchte sich leicht die Frage aufdrängen, wozu stellt man bei der galvanischen Versilberung erst Cyan-Silber her, weshalb benutzt man nicht die salpetersaure Silberauflösung zu demselben Zweck? Die salpetersaure Silberauflösung läßt sich ja mit Wasser verdünnen und so hätte man ja bereits eine wässerige Flüssigkeit, worin der eine Stoff, das Silber, positiv-elektrisch und der andere, die Salpetersäure, negativ-elektrisch ist; warum

steckt man nicht die Pole eines galvanischen Apparats in die Lösung und läßt die Versilberung in dieser vor sich gehen?

Die Antwort hierauf ist folgende.

Die Salpetersäure, welche Silber auflöst und sich dabei mit demselben verbindet, hat noch größere Neigung, sich mit Kupfer zu verbinden, und wollte man die Pole des galvanischen Apparats in die salpetersaure Silberlösung stecken, so würde man statt der Versilberung eine ganz andere Geschichte hervorbringen. — Wer Gelegenheit dazu hat, der mache sich das Vergnügen einmal, in ein wenig Auflösung von salpetersaurem Silber ein Streifchen Kupferblech hineinzustellen und er wird ein Schauspiel eigener Art vor sich sehen, das ihn mehr belehren wird, als viele Worte es vermögen. Vor seinen Augen nämlich wird si b in der hellen klaren Flüssigkeit an dem blanken Kupferstreifen eine Art Pelz anlegen und immerzu wachsen, während die Flüssigkeit blaugrün wird. Schüttelt man den Kupferstreifen, so fällt der Pelz ab und es legt sich dann ein neuer an, bis endlich eine ziemliche Masse dieses Pelzes sich sammelt und zu Boden fällt, worauf dann diese Erscheinung aufhört.

Was aber ist hier eigentlich vorgegangen?

Der Vorgang ist einfach folgender.

Kupfer ist zwar, wie wir schon wissen, gegen Zink negativ-elektrisch, allein im Vergleich mit Silber ist es ein wenig positiver-elektrisch als das Silber. Steckt man nun den Kupferstreifen in die salpetersaure Silber-Flüssigkeit, so verdrängt das positivere Kupfer das weniger positive Silber. Es verbindet sich daher die Salpetersäure mit dem Kupfer, und wo bleibt das Silber? Es wird verdrängt aus der Verbindung und tritt als feine Stäubchen wieder metallisch auf und zwar legt es sich als Pelz

an den Kupferstreifen. Es wird demnach aus der wasserhellen salpetersauren Silberauflösung eine blaugrüne salpetersaure Kupferauflösung und das Silber fällt in feinen Stäubchen zu Boden. Beiläufig wollen wir hier nur erwähnen, daß man in dieser Weise das Silber sammeln, waschen und reinigen kann, so daß man es nachher zwar nicht in Stücken, aber doch in Pulverform wieder hat, ohne daß dessen Werth irgendwie verloren hätte.

Es wird nun Jeder einsehen, daß man die salpetersaure Silberlösung nicht zum Versilbern anwenden kann, weil die Kupferdrähte des galvanischen Apparats, wenn sie in diese Flüssigkeit eingetaucht werden, das Silber verdrängen und als Pulver zu Boden fallen ließen. Dieserhalb muß man erst das Cyan-Silber herstellen.

Die Vergoldung ist eigentlich noch interessanter als die Versilberung, weil der vergoldete Gegenstand nicht polirt zu werden braucht, sondern durch leises Putzen schon den schönsten Glanz erhält. Auch muß man nicht glauben, daß die Vergoldung theuer ist. Man kann mit für einen Thaler Gold eine Unmasse von Schmucksachen auf's schönste vergolden. Zu diesem Zweck wirft man ein Stückchen reines Dukatengold in „Königswasser“, das ist eine in jeder Apotheke käufliche Mischung von Salzsäure und Salpetersäure. In dieser Flüssigkeit löst sich das Gold auf und wenn man dann die Flüssigkeit abdampft, so bleibt ein Salz von feinen gelben Stäubchen zurück, welche Chlorgold sind, denn Salzsäure besteht aus Chlor und Wasserstoff, und das Gold geht bei der Auflösung eine Verbindung mit dem Chlor ein. Das Chlorgold wird nun in destillirtem Wasser aufgelöst und tropfenweise in eine Cyan-Kalium-Lösung geschüttet, wodurch die eigentlich zu brauchende Flüssigkeit entsteht, nämlich die Cyan-Gold-Flüssigkeit.

Diese Flüssigkeit, die man auch in einer Apotheke oder von einem Chemiker machen lassen kann, weil es nicht gerathen ist, daß Unerfahrene die Zubereitung vornehmen, besteht am besten so, daß man man auf einen Theil Gold zehn Theile Cyan-Kalium und hundert Theile destillirtes Wasser anwendet. Beim Vergolden verfährt man eben so wie bei dem Versilbern, und hängt man an den negativen Pol den zu vergoldenden Gegenstand und an den positiven Pol ein Stückchen echtes Blattgold, so behält die Flüssigkeit immerfort ihre Kraft und es wandert auch hier das Gold vom positiven zum negativen Pol hin.

XLIII. Merkwürdige neue Versuche.

Die Versuche, durch Elektrizität chemische Wirkungen hervorzubringen, welche in neuester Zeit in Paris angestellt worden sind, haben ein so auffallendes Resultat geliefert, daß sie fast wie eine Fabel klingen, weshalb wir die berühmten Namen der Forscher hier nennen müssen, um nicht bei einzelnen Lesern in den Verdacht zu verfallen, daß wir ihnen ein Märchen aufbinden wollen.

Der englische Naturforscher Davy, dem die Wissenschaft ganz außerordentliche Erfolge verdankt, hat Versuche angestellt, ob der elektrische Strom im Stande ist, die chemischen Stöffe aus dem eignen Körper des Naturforschers in gleicher Weise zu zersetzen, wie dies in leitenden Flüssigkeiten der Fall ist. Er ging von dem Gedanken aus, daß eben so gut wie an den zwei Polen eines galvanischen Apparats, die in's Wasser getaucht sind, der positive Theil des Wassers an den negativen Pol hingeht, während der negative Theil des Wassers an den positiven Pol sich hinbegiebt, daß dies eben so gut der

Fall sein müsse, wenn er einen galvanischen Apparat auf die chemischen Bestandtheile seines Körpers einwirken lasse. Und wirklich gelang es ihm durch genaue Forschungen nachzuweisen, daß dem so ist. Nach Davy's Versuchen läßt sich aus dem Körper eines Menschen sowohl Phosphorsäure wie Schwefelsäure und Salzsäure durch den galvanischen Strom ausscheiden. —

Diese Entdeckung führte zu weiteren Versuchen, welche Becquerel und Fabré-Palaprat in Paris anstellten und die noch auffallendere Resultate lieferten. Der hauptsächlichste dieser Versuche ist folgender.

Es ist nämlich eine allen Chemikern ganz bekannte Thatsache, daß wenn der chemische Stoff J o d zu irgend einer Art von Stärkemehl gebracht wird, dies sofort eine blaue Farbe annimmt. Diese Eigenschaft ist so auffallend, daß man dadurch die leisesten Spuren von Jod sofort entdecken kann, wenn man nur ein wenig Stärkemehl zur Hand hat.

Die genannten Forscher haben nun folgenden Versuch angestellt. Es wurden beide Arme eines Menschen vollkommen trocken gemacht, damit die Haut nicht die Elektrizität leiten solle. Sodann wurde auf den einen Arm ein feuchtes Pflaster gelegt, das mit Jod-Kalium getränkt war, das heißt mit einer Auflösung eines bekannten Salzes, das aus einer chemischen Verbindung von Jod und Kalium besteht. Auf den andern Arm brachte man ein Pflaster, das in gewöhnlichen Kleister, also in eine Stärkemehl-Auflösung getaucht war. Nunmehr brachte man an den ersten Arm den negativen Pol eines galvanischen Apparats, während man dessen positiven Pol an das Kleisterpflaster brachte; und schon nach wenigen Minuten wurde d a s K l e i s t e r p f l a s t e r b l a u!

Woher kam dies?

Auf keinem andern Wege, als daß der elektrische Strom das Jod=Kalium in seine Bestandtheile zerlegte. Kalium, das positiv=elektrisch ist, blieb an dem negativen Pol und Jod, welches negativ=elektrisch ist, ging durch den Körper des Menschen in wenigen Minuten zum positiven Pol und färbte das dort befindliche Kleisterpflaster blau.

Dies heißt aber nichts weniger, als daß es gelungen ist, einen Stoff, einen wirklichen Stoff auf dem Wege des elektrischen Stromes durch den Körper eines Menschen hindurch zu transportiren!

Freilich kann uns das nicht Wunder nehmen, da wir gesehen haben, daß bei der Versilberung das Silber am positiven Pol sich abzehrt und nach dem negativen Pol hinbegiebt. Und wäre das Gefäß eine Meile lang und die beiden Pole ständen an beiden Enden des Gefäßes, es wäre doch dasselbe. Es würde das Silber die Meile weit wandern. Ja, es giebt keine Grenze der Entfernung für diese Kraft; denn es steht fest, daß eine Silberplatte, welche man in Berlin in einem Versilberungsapparat an den positiven Pol hängte, sich auflösen und daß das Silber bis nach Paris wandern würde, wenn der Versilberungsapparat so lang wäre und seinen negativen Pol dort hätte. Es ist also das Transportiren, das wirkliche Transportiren auf elektrisch=chemischem Wege keineswegs neu. Jedoch durch den menschlichen Körper hindurch diesen Transport gehen lassen, das ist eben so neu wie auffallend und verdient nach allen Seiten hin die größte Aufmerksamkeit!

In noch höherem Maße interessant ist ein weiterer Versuch Davy's. Er stellte drei Gläser auf den Tisch. In das eine Glas goß er reines destillirtes Wasser; in

das zweite Glas goß er eine schwache Ammoniak-Lösung und in das dritte eine Auflösung von schwefelsaurem Natron, das ist das bekannte Glaubersalz. Die drei Gläser wurden durch feine Asbestdochte verbunden, so daß ein elektrischer Strom von Glas zu Glas wandern konnte. Nun brachte er den positiven Pol einer starken voltaischen Säule von 150 Plattenpaaren in das reine Wasser, den negativen Pol tauchte er in das Glaubersalz, und schon nach fünf Minuten entdeckte man, daß in dem Glase, worin früher reines Wasser war, jetzt Schwefelsäure sei. Der elektrische Strom hatte das schwefelsaure Natron zersetzt, das positive Natron blieb beim negativen Pol und die negative Schwefelsäure ging hinüber in das Glas Wasser, wo der positive Pol steckte.

Das Wunderbare hierbei ist, daß die Schwefelsäure ihren Transport durch das Glas mit Ammoniak nehmen mußte und nehmen konnte, obgleich das Ammoniak die Schwefelsäure sonst sehr stark bindet.

XLIV. Giebt es viele geheime Kräfte?

Wir haben nunmehr in einer langen Reihe von Abschnitten über die geheimen Kräfte der Natur und auch zugleich von ihrer praktischen Anwendung gesprochen. Jetzt wollen wir nur noch in wenigen Worten einen Rückblick auf diese Kräfte werfen, um sodann mit einer Betrachtung über die Geheimnisse der Natur das Thema zu beschließen.

Es giebt noch Vieles, das der Naturwissenschaft ein Geheimniß ist. Wir fühlen z. B. die W ä r m e und sehen das L i c h t, ja wir sind im Stande, Wärme und

Licht künstlich zu erzeugen. Gleichwohl ist die Wissenschaft über das eine wie über das andere im Dunkeln. Man hat der Natur die Gesetze abgelauscht, wie Wärme und Licht entstehen, wie sie zurückstrahlen, in welcher Weise man sie auffangen, ablenken kann; allein der menschliche Scharfsinn ist noch nicht so weit gelangt, über das Wesen des Lichtes und der Wärme einen genügenden Aufschluß zu geben.

In unserer Betrachtung der geheimen Kräfte der Natur haben wir nun eigentlich über Licht und Wärme nicht gesprochen, wir haben uns vielmehr begnügt, nur von jenen Kräften zu sprechen, die allen Dingen in der Welt eigen sind, von den Kräften, die so zu sagen die untrennbaren Eigenschaften der Materie sind, was bei Licht und Wärme nicht sicher der Fall ist.

Aber überblicken wir nun diejenigen Kräfte, welche wir hier betrachtet haben, so drängen sich unserem Geiste eigenthümliche Betrachtungen auf.

Nehmen wir das kleinste Sandkörnchen, über das unser Fuß verächtlich hinwegschreitet, so müssen wir bei Betrachtung desselben sagen, daß dieses ein großes Kunstgebäude ist, worin eine ganze Reihe von geheimen Kräften wohnt. Ein Sandkörnchen läßt sich nicht leicht zerdrücken und zertheilen, folglich müssen die Atome desselben sich festhalten, folglich muß eine Anziehungskraft in ihm thätig sein. In der Wärme dehnt sich solch ein Körnchen auch aus, folglich muß auch eine Abstoßungskraft in ihm wohnen, die unter Umständen in Wirksamkeit tritt. Solch ein Sandkörnchen übt ohne allen Zweifel auch eine Anziehungskraft in der Entfernung aus, die der Anziehungskraft der Erde, wie der anderen Himmelskörper ganz ähnlich ist, wenn sie auch unendlich schwach gegen diese Kräfte genannt werden kann. Wir müssen also

auch sagen, es wohne in diesem Körnchen noch eine besondere Kraft, die Kraft der Massenanziehung.

Seitdem man die Entdeckung gemacht hat, daß nicht Eisen allein magnetisch ist, sondern daß sich Magnetismus fast in allen gründlich untersuchten Stoffen zeige, muß man auch zugeben, daß in demselben Sandkörnchen noch eine andere geheime Kraft neben den übrigen Kräften Platz hat, welche Magnetismus heißt.

Es verräth aber auch solch ein Sandkörnchen elektrische Erscheinungen; und man ist genöthigt anzunehmen, daß sogar noch eine besondere Kraft, die Elektrizität, ihren verborgenen Sitz in diesem engen Raum aufgeschlagen hat.

Endlich ist jedes Sandkörnchen schon ein chemisch zusammengesetzter Körper und nothgedrungen müssen wir daraus schließen, daß auch die chemische Kraft noch in dem engen Behälter wohne und ihr eigenthümliches Wesen darin treibe.

Und wie es uns mit dem kleinsten Sandkörnchen geht, so geht es uns mit all' und jedem Ding, das wir um uns sehen. Alles ist der Sitz einer Reihe von Kräften, deren Wirksamkeit wir nicht leugnen, deren Wesen aber wir doch nicht ergründen können.

Wollen wir uns auch nicht in die philosophischen Fragen verlieren, die unendlich scharfsinnige Köpfe vergeblich beschäftigt haben, wollen wir auch nicht fragen: was ist denn eigentlich Kraft? was ist denn eigentlich Materie, in welcher die Kraft wohnen soll? Existirt die Kraft auch außerhalb der Materie? oder giebt es vielleicht gar keine Materie, sondern nur Kräfte, die auf unsere Sinne den Eindruck der Materie machen? Wollen wir auch solche Fragen ganz von uns weisen, weil wir ernstlich glauben, daß das jetzige Erkenntniß-Vermögen der Menschen nicht

ausreicht, sie zu beantworten — so müssen wir doch die eine Frage in Betracht ziehen, ob diese für unsere Wahrnehmung getrennten Kräfte, welche wir hier vorgeführt haben, wirklich verschiedene getrennte Kräfte sind, oder ob sie alle nur Aeußerungen einer großen allgemeinen Kraft sind, die wir noch nicht erforscht haben?

Wir können auf diese Frage keineswegs eine zuverlässige Antwort geben; aber es sind Anzeichen vorhanden, daß wirklich die genannten Kräfte alle von einer einzigen Kraft herstammen.

Die Anziehungskraft der Atome hat viele Aehnlichkeit mit der Anziehung der Massen. Die Anziehungskraft der Massen äußert sich ganz nach demselben Gesetz, wie die Anziehungskraft des Magneten. Die magnetische Kraft kann durch Elektrizität erzeugt werden und Elektrizität ist höchst wahrscheinlich die Quelle aller chemischen Erscheinungen. — Dieses aber deutet darauf hin, daß eine Einheit der Kräfte irgendwie vorhanden ist und daß die nächste bedeutende Stufe der Naturwissenschaft die sein wird, wo es dieser gelingt, jene Einheit nachzuweisen.

An Versuchen derart hat es nicht gefehlt: als der sinnreichste derselben erscheint uns eine Arbeit des Professor Pohl in Breslau, der in sehr scharfsinnige Weise den Elektromagnetismus als die Quelle der Bewegungen der Himmelskörper annimmt; allein erschöpfend ist diese Arbeit keineswegs und wir glauben auch, daß es erst noch vieler bedeutenden neuen Entdeckungen bedarf, ehe man an eine solche Arbeit mit Erfolg wird gehen können.

XLV. Schlußbetrachtung.

So sicher wir auch ahnen, daß die von uns betrachteten geheimen Kräfte der Natur nur die verschiedenen Aeußerungen einer einzigen uns noch unbekannten Naturkraft sind, so sehr jedoch müssen wir davor warnen, diese Gesammtkraft auf anderem Wege zu suchen, als auf dem der Beobachtung der Natur und der weiteren Erforschung ihrer bisher entdeckten Gesetze.

Niemals ist die Wissenschaft in tiefere Irrthümer gerathen, als wenn Denker sich eingebildet haben, durch reine Spekulation ihrer Vernunft hinter die Triebfedern der Welt und der Dinge zu kommen; und nirgend hat sich die Wissenschaft früher aus diesen Irrthümern aufgerafft, als bis die getreue fleißige Beobachtung der Natur sich geltend machte und die klügelnden Menschen belehrte, daß sie vor Allem die Welt, wie sie erscheint, kennen zu lernen haben, bevor sie an die Frage gehen: „was die Welt im Innersten zusammenhält.“

Wollte man einmal zusammenstellen, was die größten Philosophen der Welt von Aristoteles bis auf Hegel für Unsinn über die Natur ans Tageslicht gebracht haben, der für Naturphilosophie gelten sollte, so würde man das lustigste und zugleich traurigste Bild von den Irrthümern des menschlichen Geistes vor sich haben; aber es ist doch eine solche Zusammenstellung eine Wohlthat, um dadurch von Spekulationen abzuschrecken, die ohne die genaueste Kenntniß der Natur über dieselbe angestellt werden. Hat ja Hegel, der große Hegel zum Beginn seiner Laufbahn noch den Beweis geführt, weshalb es sieben Planeten geben müsse, und wie sie mit den sieben Farben und den sieben Tönen zusammenhängen. Als später noch bei seinen Lebzeiten elf Planeten gesehen wurden, hat er sich

eine Philosophie zurecht gelegt, in die auch die elf hineinpaßten; würde er jetzt noch leben, so wäre er genöthigt, nochmals seine Pläne über die Welt ändern und sein System so einzurichten, daß die bis jetzt entdeckten Planeten, die die Zahl vierzig schon übersteigen, darin ihren Platz finden!

Geistesirrthümer dieser Art sind ein gutes Warnungszeichen, daß der Denker nicht all' zu kühn hinausgreife in ein Gebiet, das erst nach und nach und mit der allerernstlichsten Sorgfalt der Beobachtung errungen werden kann, und sich nicht einbilde, Geheimnisse zu erforschen, welche vielleicht erst unsere Enkel oder gar die spätesten Nachkommen zu erforschen im Stande sein werden.

Wer es indessen liebt, über die geheimen Kräfte der Natur nachzusinnen und dem Reiz nicht widerstehen kann, der in dem Vertiefen in diese Beschäftigung liegt, der mag eines nicht unbeachtet lassen, das ihn Bescheidenheit lehren wird; und das eine ist die Betrachtung, mit welcher wir unser Thema begonnen haben.

Er vergesse nicht, daß wir die gesammte Natur nur durch unsere fünf Sinne wahrnehmen; daß wir von Allem, was sich unseren fünf Sinnen nicht verräth, nicht die leiseste Ahnung haben und haben können; daß aber die wirkliche Natur schwerlich so beschränkt eingerichtet ist, daß nichts in ihr existirt, was wir nicht wahrzunehmen im Stande sind. Wir Menschen sind von Jugend auf gewöhnt, die ganze Welt so anzusehen, als ob sie nur für uns existirte. Wir nennen Pflanzen, die wir nicht essen oder brauchen: Unkraut; Gegenden, wo wir nicht leben können: Wildniß; wir suchen an allen Dingen die Seite auf, die eine Beziehung zu uns hat und vergessen dabei, daß es nicht die Wahrheit der Natur, sondern unsere

Selbstliebe ist, die uns solch ein Aburtheilen der Welt außer uns eingiebt. Ganz in demselben Maße aber verfahren noch leider die allergescheitesten Menschen mit der Erkenntniß der Natur. Sie vergessen oder fassen den Gedanken nicht, daß in der Natur ohne Zweifel unendlich viele Erscheinungen vorhanden sind, welche für uns nicht existiren, weil uns die Sinne fehlen, durch welche wir sie in uns zur Wahrnehmung bringen können. Sie bedenken nicht, daß wahrscheinlich nur ein sehr kleiner Theil der Natur uns zur Erkenntniß kommt, und nur soweit zur Erkenntniß kommt, soweit uns unsere fünf Sinne einen Eindruck derselben verschaffen, daß also der allergrößte Theil der Natur für uns ein ewig verschlossenes Geheimniß ist, das wir direkt niemals entsiegeln werden.

Die Naturwissenschaft hat aber gleichwohl auf ihrem Wege, dem Wege der strengen Beobachtung einzelnen Spuren der Geheimnisse der Natur nachzufolgen versucht und in vielen Beziehungen ist ihr Bemühen mit Erfolg gekrönt worden. Was wir in den vorstehenden Abschnitten unsern Lesern in flüchtigen Umrissen mitgetheilt haben, ist freilich nur gering im Vergleich mit der Aufgabe, die sich der Wissensdrang der Menschen stellt; aber es ist doch viel im Vergleich zu dem, was die verwichenen Jahrhunderte uns hinterlassen haben. Können wir auch nur in Bescheidenheit hinblicken auf das, was noch zu thun übrig bleibt und was bisher geleistet worden ist, so dürfen wir doch stolz unser Jahrhundert als das erleuchtetste der bisherigen Jahrhunderte der Menschengeschichte bezeichnen und können von uns sagen, daß wir den kommenden Geschlechtern weit mehr von wahrer Erkenntniß hinterlassen, als wir von den vergangenen Geschlechtern geerbt haben.

Deshalb aber ist der nur würdig, ein Genosse unseres

Zeitalters genannt zu werden, der sich mindestens eine Anschauung von dem verschafft, was in demselben geleistet wurde. Und wenn unsere Schriftchen eine Anregung hierzu und zur weiteren Belehrung über die Natur waren, so haben sie ihrer Aufgabe genügt.

Inhalts-Verzeichniß des II. Bandes.

Inhaltsverzeichniß.

Inhaltsverzeichniß.

1) Die Entwickelung des Hühnchens im Ei.

2) Etwas vom Erdleben.

Inhaltsverzeichniß.

Vom Instinkt der Thiere.

Seite

Nutzen und Bedeutung des Fettes im menschlichen Körper.

Nur eine Schiebe-Lampe.

Inhaltsverzeichniß.

Von den geheimen Naturkräften. I.

Inhalt des V. Bändchens:

Von den geheimen Naturkräften, II.

Recensionen.

„Baltimore Wecker", Baltimore, Md.,
(vom 11. Dez. 1866)

sagt unter Anderem über die „Bibliothek" etc.:

Den Reigen dieser „Gemeinnützigen, Populären Schriftsteller" eröffnet Bernstein mit seinem in ganz Deutschland verbreiteten, von Gelehrten wie Schriftgelehrten mit größtem Beifall aufgenommenen Werke „Aus dem Reiche der Naturwissenschaft". Wir kennen kein naturwissenschaftliches Produkt, das in engen Rahmen eine so große Masse der wichtigsten Belehrungen enthält, wie eben dieses. Bernstein führte die großen naturwissenschaftlichen Schriftsteller, deren Ideen und Offenbarungen nur für die Republik der Gelehrten bestimmt waren, im Volke ein, indem er sie, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, vom Staub der Schule befreit und in ein neues, durchsichtiges nnd anziehendes Kleid hüllt. Alles, was er nur mittheilt, bedarf kein Nachdenken, um es zu begreifen, obgleich es die Denkkraft weckt und nährt und uns auf die gediegenste Weise einen Schatz des Wissenswürdigsten zuführt. Schon die erste Abtheilung: „Der Mensch wie er ist und was er erfindet" zeigt eine Meisterschaft der populären Darstellung, wie man sie selten findet, und ebenso lichtvoll, bündig und geistreich ist er, wenn er uns über die Geschwindigkeit der Naturkräfte, die Schwere der Erde, die Wunder der Astronomie belehrt oder das Leben der Pflanzen, Thiere und Menschen schildert. Schullehrern, welche ihre Zöglinge mit leichter Mühe über all diese hochwichtigen Zweige des Wissens belehren wollen, können wir keinen bessern Leitfaden empfehlen, als die Bernstein'schen Schriften. Wißbegierige Männer und Frauen aller Stände werden durch das Lesen derselben nicht nur ihren Ideenkreis erweitern und manche Vorurtheile beseitigen, sondern auch auf dem kürzesten Weg in den Besitz eines reichen, höchst wichtigen Wissens gelangen, wie es nur ein so forschungsreiches Zeitalter, wie das unsrige, aufzuhäufen oder zu krystallisiren vermochte. Wir empfehlen überhaupt das ganze Unternehmen des Herrn Schmidt, (der schon durch seine „Schule des Volks" gezeigt hat, daß es ihm viel mehr um Verbreitung gediegener Bildung, als um materiellen Gewinn zu thun ist,) unsern Lesern auf's Angelegentlichste, überzeugt, daß sie mit einem verhältnißmäßig geringen Aufwand sich eine vortreffliche Bibliothek des Wissenswürdigsten sichern können.

Dr. A. Wiesner.

„Baltimore Wecker“,

15. Juni 1869.

Populäre naturwissenschaftliche Schriften, verlegt von Chr. Schmidt.

Der strebsame Buchhändler, Christian Schmidt, (39 Centre Str., New York) bemüht sich besonders, populäre naturwissenschaftliche Schriften unter den Deutsch-Amerikanern zu verbreiten. So verlegt er jetzt ein treffliches Werk: „Aus dem Reiche der Naturwissenschaft“, von A. Bernstein. Dieser Schriftsteller, der in Deutschland so großes Ansehen genießt, ist bekanntlich ein Meister in der Popularisirung der Naturwissenschaften, er versteht im höchsten Grad die Kunst, selbst die schwierigsten naturwissenschaftlichen Probleme in der anziehendsten, gründlichsten, volksthümlichsten (und doch nie trivialen) Weise zu schildern und zu lösen und weiß selbst Den, der wenig Freude an ernsteren Studien hat, durch seine unterhaltende, spannende und oft humoristische Schreibart zu fesseln. Seine Abhandlungen über die verschiedensten naturwissenschaftlichen Gegenstände, namentlich chemische, physikalische, astronomische, naturgeschichtliche und anthropologische, gründen sich stets auf die neuesten und gediegensten Forschungen.

Mit Recht treten die Naturwissenschaften immer mehr in den Vordergrund als die solideste Grundlage ächter Volksbildung. Und die Popularisirung derselben durch so ausgezeichnete Schriftsteller wie Bernstein, Bock, der leider verstorbene Roßmäßler und Andere, ist eine der neusten und nützlichsten Vollbringungen des deutschen Geistes.

Hr. Schmidt sollte vom deutschen Publikum Amerika's in seinem schönen Unternehmen auf's Kräftigste unterstützt werden. Beiläufig bemerken wir, daß er jetzt auch begonnen hat, die Bernstein'schen Schriften in englischer Uebersetzung unter den Anglo-Amerikanern zu verbreiten. Es ist dies ein äußerst löblicher Versuch, der, wenn er gelingt, sehr viel zur Verbreitung vernünftigerer Lebensanschauungen und zur Vertreibung des trostlosen und tyrannischen Muckerthums unter den AngloAmerikanern beitragen wird.

W. Rapp.

Recensionen.

Leipziger Gartenlaube, Jahrgang 1867, No. 43.

Populäre Naturwissenschaft.

Unter den wenigen Schriftstellern, die es verstanden haben, die schwierigsten wissenschaftlichen Fragen und Begriffe in populärer, allgemein verständlicher Form dem Volke zurechtzulegen, glänzen zweifellos Bock und Bernstein obenan. A. Bernstein, der Leitartikelschreiber der Volkszeitung, hat sowohl durch seine naturwissenschaftlichen Artikel in dem genannten Blatte wie durch seine weiter ausgearbeiteten und in mehreren Auflagen erschienenen „Naturwissenschaftlichen Volksbücher" am meisten Klarheit in die Köpfe gebracht. Seine faßliche, anziehende und fesselnde Darstellungsweise, seine große Kunst der populären Belehrung über die schwierigsten Erscheinungen der Naturwissenschaft, die immer von Neuem anfrischend und anregend auf die Leser zu wirken versteht, ohne in den trivialen Ton vieler sogenannter „Populärer" zu verfallen, sein glänzender Styl und zuweilen ein sehr liebenswürdiger leiser Humor, der sich durch viele seiner Arbeiten zieht, machen diesen Mann zu einem mustergültigen Schriftsteller der Popularisirung deutscher Wissenschaft, wie er als Musterautor guter Leitartikel dasteht, dessen Verdienste um die politische Bildung des preußischen Volkes längst und allgemein anerkannt sind. Auch die jetzt erscheinende neue Auflage seiner Volksbücher wird große Verbreitung finden.

Beobachter am Hudson,

(Sonntagsblatt des N. Y. Demokrat vom 5. Mai 1867.)

Von diesem werthvollen Werke, welches im Verlage von Herrn Chr. Schmidt — 39 Centre Str., New York — erscheint, ist das zweite Bändchen des zweiten Bandes „Aus dem Reich der Naturwissenschaft" von A. Bernstein, erschienen. Dieses Bändchen enthält zwei Abhandlungen, Eine aus der Physiologie: „Die Entwickelung des Hühnchens im Ei" die Andere aus der Geologie: „Etwas vom Erdleben".

Wir haben auf das höchst dankenswerthe Unternehmen des Verlegers, dem deutsch-amerikanischen Publikum eine Original-Bibliothek populärer wissenschaftlicher Darstellungen an die Hand zu geben, schon früher in diesen Blättern (Demokrat vom 1. Juni 1866) aufmerksam gemacht. Die uns jetzt von Neuem gegebene Veranlassung benutzen wir mit Vergnügen, die volksthümliche Unternehmung des Hrn. Schmidt der Unterstützung der amerikanischen Deutschen wiederholt dringend zu empfehlen. Die vorliegende Abtheilung des Werkes aus der beliebten Feder des Herrn A. Bernstein ist durch dieselbe gewinnende Darstellung ausgezeichnet, welche wir damals an dem Bändchen über Chemie zu rühmen hatten. Die Abhandlung über „Die Entwickelung des Hühnchens im Ei" (nach den neuesten Erforschungen des leider zu früh verstorbenen Prof. Dr. Remak in Berlin bearbeitet) eröffnet dem Laien einen

wahrhaft reizenden Einblick in die geheime Werkstätte der rastlos schaffenden Natur, und auch der mit den Thatsachen selbst Vertraute, wird an der klaren, lebendigen, erzählenden, oft humoristischen Darstellung derselben Geschmack finden.

Die Popularisirung der Naturwissenschaften für das größere Volk ist eines der größten Verdienste der modernen Wissenschaft, denn es giebt nichts wahrhafter Bildendes und Humanisirendes als das Studium der Natur, und namentlich auch für die religiöse Entwickelung der Jugend kennen wir kein wirksameres Hülfsmittel als dieses. Wir sehen, indem wir von der religiösen Entwickelung sprechen, von jedem confessionellen Standpunkt ausdrücklich ab. Es ist nicht nothwendig auf die Wunder der Natur in der absichtlichen Manier der Bridgewaterbücher hinzuweisen, die Thatsachen allein genügen, sie können jeder religiösen, der freiesten wie der strenggläubigsten Anschauung zu gleichem Zwecke dienen, aus ihrer Betrachtung ergiebt sich der Schluß auf ein „Höheres“ „Uebernatürliches“ ganz von selbst, und wir sehen es nicht als den geringsten Vorzug der Schriften des Hrn. Bernstein an, daß er sich jeder direkten Hinweisung auf das hinter den naturwissenschaftlichen Thatsachen Stehende enthält, und sich auf deren zum Herzen wie zum Verstande gleichlaut sprechende Darstellung beschränkte.

Ein Buch wie Schmidt's „Bibliothek der populären Wissenschaften“ sollte in keiner deutschen Familie in Amerika fehlen. Alles was zur Aufklärung und Besserung der Menschen beiträgt, befördert auch deren Glück.

Dr. G. Blöde.





